

● مجلة علمية فصلية تصدرها مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية ● السنة التاسعة ● العدد السادس والثلاثون ● شوال ١٤١٦هـ/ مارس ١٩٩٦م

الأراضي الزراعية

● تصنيف الأراضي الزراعية
● الخواص الكيميائية للتربة
● تلوث الأراضي الزراعية

ISSN 1017 3056

منهاج النشر

أعزاءنا القراء :

يسرنا أن نؤكد على أن المجلة تفتح أبوابها لمساهماتكم العلمية واستقبال مقالاتكم على أن تراعى الشروط التالية في أي مقال يرسل إلى المجلة :ـ

١ـ يكون المقال بلغة علمية سهلة بشرط أن لايفقد صفته العلمية بحيث يشتمل على مفاهيم علمية وتطبيقاتها .

٢ـ أن يكون ذا عنوان واضح ومشوق ويعطي مدلولاً على محتوى المقال .

٣ـ في حالة الاقتباس من أي مرجع سواء كان اقتباساً كلياً أو جزئياً أو أخذ فكرة يجب الإشارة إلى ذلك ، وتذكر المراجع لأي اقتباس في نهاية المقال .

٤ـ أن لايقل المقال عن أربع صفحات ولايزيد عن سبع صفحات طباعة .

٥ـ إذا كان المقال سبق أن نشر في مجلة أخرى أو أرسل إليها يجب ذكر ذلك مع ذكر اسم المجلة التي نشرته أو أرسل إليها .

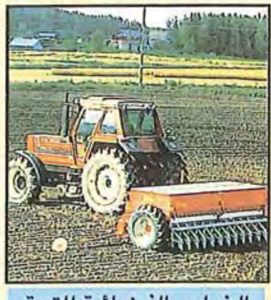
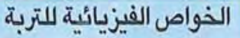
٦ـ إرفاق أصل الرسومات والصور والنماذج والأشكال المتعلقة بالمقال .

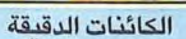
٧ـ المقالات التي لاتقبل النشر لاتعاد لكاتبها .

يمنح صاحب المقال المنشور مكافأة مالية تتراوح مابين ٣٠٠ إلى ٥٠٠ ريال .

محتويات العدد


الرسمدة



الخواص الفيزيائية للتربة



الكائنات الدقيقة

المراسلات

مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الإدارة العامة للتوعية العلمية والنشر

ص . ب ٦٠٨٦ ـ الرمز البريدي ١١٤٤٢ ـ الرياض

ترسل المقالات باسم رئيس التحرير ت : ٤٨٨٣٤٤٤ ـ ٤٨٨٣٥٥٥

journal of Science & Technology

King Abdulaziz City For Science & Technology

Gen. Direct. of Sc. Awa. & Publ. P.O. Box 6086

Riyadh 11442 Saudi Arabia



قراءنا الأعزاء

خلق الله الأرض وأودع فيها من المزايا والخصائص ما جعلها بيئة صالحة لحياة الإنسان، ولحكمته تعالى أوجد بالإضافة للإنسان على هذه الأرض أعداداً هائلة من الكائنات الحية المتباينة في أشكالها وأحجامها ووظائفها، تعيش معه على هذه الأرض مُشَكِّلَة معه ومع عوامل أخرى طبيعية وكيميائية نظاماً بديعاً يدل على عظمة الخالق سبحانه، فكل منها يكمل الآخر ويعتمد عليه بطريقة مباشرة أو غير مباشرة.

قراءنا الأعزاء

يسرنا أن نقدم لكم عددنا هذا والذي يتعلق بخصائص ومكونات طبقة رقيقة من القشرة الأرضية تمثل الأراضي الزراعية التي تعتمد عليها ـ بعد الله ـ حياة البشر بما تتميز به من خصائص تعد الأساس لنمو وإزدهار النبات الذي يُعد المصدر الرئيسي لغذاء الإنسان.

يتضمن هذا العدد بالإضافة إلى المقال الإفتتاحي « الأراضي الزراعية » عدداً من المقالات التي تغطي هذا المجال هي: تصنيف الأراضي، والخواص الفيزيائية، والخواص الكيميائية، وخصوبة الأراضي، والكائنات الدقيقة، والرسمدة، وتقييم الأراضي، و تلوث الأراضي، والأراضي الملحية، كما يشتمل على الأبواب الثابتة التي درجت المجلة على تضمينها في كل عدد.

وختاماً يسعدنا أن نتقدم لقرائنا الأعزاء بالشكر الجزيل على إستمرارية تواصلهم معنا واقتراحاتهم البناءة في سبيل تطوير المجلة فهي منهم وإليهم.

والله من وراء القصد، والهادي إلى سواء السبيل ...

العلوم والتقنية



سكرتارية التحرير

د. يوسف حسن يوسف

د. ناصر عبد الله الرشيد

أ. محمد ناصر الناصر

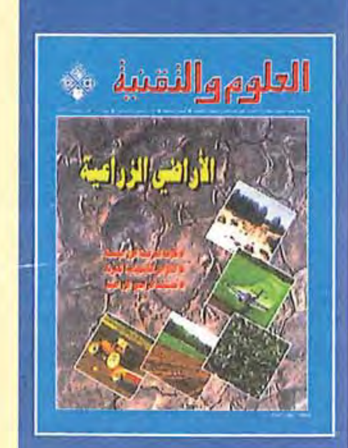
أ. عطية مزهر الزهراني

التصميم والإخراج

طارق يوسف

عبد السلام ريان

* * *





مركز أبحاث المراعي والثروة الحيوانية بالجوف

أنشأت وزارة الزراعة والمياه مركزا متخصصا لتنمية وتحسين المراعي والثروة الحيوانية بمنطقة الجوف بهدف المساعدة في تطوير وتنمية المراعي والثروة الحيوانية في مناطق المملكة بصفة عامة وفي المنطقة الشمالية بصفة خاصة وذلك بتوفير المعلومات والتقنيات الفنية اللازمة من خلال نتائج الأبحاث والدراسات التي يقوم بها المركز بالإضافة إلى إيجاد خبرات وطنية مؤهلة وقادرة على حل مشاكل التنمية .

ويقع المقر الرئيس للمركز في منطقة تقع في منتصف الطريق العام بين مدينتي سكاكا ودومة الجندل بجوار مطار الجوف .

مكونات المركز

يضم المركز مجمعاً متكاملاً يشمل مكاتب ومختبرات لتشخيص أمراض الحيوان وتحليل التربة والمياه والنباتات ومعشبة لحفظ عينات من نباتات المنطقة ، بالإضافة إلى مكتبة ومسجد ومستودعات وورشة للصيانة ومجمع سكني يتكون من خمسة وأربعين وحدة سكنية ، كما يضم المركز ثلاثة مزارع لأبحاث الإنتاج الحيواني منها مزرعتين للإبل والأغنام بالمقر الرئيسي للمركز ، ومزرعة فرعية لتربية الأغنام بطبرجل بالإضافة إلى مزارع لإنتاج الأعلاف وتجارب خاصة بالشجيرات الرعوية ، كما توجد أربع مسيجات كبيرة بكل من التمريات ومعيله والعويصي بمنطقة عرعر ووادي فجر بمنطقة تبوك وهي عبارة عن محطات لأبحاث تنمية المراعي تتراوح مساحة كل منها بين ٧ إلى ٣٥ كيلو مترا مربعا ، كما توجد بالمركز محطة لإكثار بذور نباتات المراعي ببسيطة بالإضافة إلى عشرة مسيجات أخرى صغيرة لرصد التغيرات البيئية للمراعي موزعة على المناطق الرعوية المختلفة .

الإنجازات

تم إجراء العديد من الدراسات والبحوث بالمركز منها مسوحات شاملة عن الثروة الحيوانية والموارد الرعوية والبيئة وصحة الحيوان والأحوال الإقتصادية والإجتماعية لسكان البادية وذلك لتوفير قاعدة أساسية من المعلومات عن حالة الموارد وطرق استغلالها ونظم الإنتاج والتحولات الإقتصادية والإجتماعية ، كما تم إجراء دراسات مكثفة بمحطات تنمية المراعي حول إستعادة الأراضي الصحراوية لقدرتها على إنبات الأعشاب المفيدة للحيوان بإستخدام وسائل وتقنيات تحسين المراعى كالمحميات والمعاملات الزراعية والبذر الصناعي وحصاد المياه ، وإجراء الدراسات عن أنظمة الرعي وأنواع الحيوانات المناسبة لإستغلال المراعي والكفاءة الغذائية لنباتات المراعي ، وكذلك دراسات لتوثيق خصائص الإ بل والأغنام والماعز والقدرات الإنتاجية للسلالات المحلية وخاصة في مجالات إنتاج الألبان واللحوم ، والبدء في برنامج للانتخاب والتربية لتحسين الصفات الوراثية للأنواع المحلية وإجراء تجارب التغذية ونظم الإنتاج وتصنيع المنتجات الحيوانية خاصة حليب الإبل والأغنام والكشف عن أمراض الحيوان وطرق الوقاية منها ، وقد تم إجراء العديد من البحوث على الشجيرات العلفية المروية كمصدر لتغذية الحيوان ولأغراض حماية البيئة وإكثار بذور نباتات المراعي لأغراض تحسين المراعي والمحافظة على الأصول الوراثية للنباتات المحلية . ومن أهم النتائج العملية التي تم التوصل إليها بمركز الجوف مايلي : -

● تقييم الموارد الرعوية

أظهرت نتائج المسوحات الرعوية ودراسات رصد المراعي بالمنطقة الشمالية أن هناك تدهورا كبيرا في حالة المراعي بسبب الضغط الرعوي المستمر ، وإنجراف التربة ، وعوامل التصحر حيث نتج عن ذلك إختفاء الكثير من النباتات ذات الأهمية الرعوية وإنخفاض الغطاء النباتي للمعمرات في بعض المواقع إلى أقل من ١٪ ، كما تم تصنيف المجتمعات النباتية السائدة وأنواع المراعي وتم جمع وتصنيف أكثر من ثلاثمائة نوع من نباتات المنطقة وتأسيس معشبة وحديقة نباتية وإصدار دليل مصور لنباتات المنطقة الشمالية .

● تحسين المراعي وتنمية الغطاء النباتي

أشارت الدراسات الخاصة بإحياء وتحسين المراعي المتدهورة بإستخدام وسائل وتقنيات مختلفة كالمحميات والمعاملات الزراعية مثل حصاد المياه والبذر الصناعي نتائج جيدة حيث أمكن إستعادة الكثير من أنواع النباتات التي كانت على حافة الإنقراض مثل الروثة والرغل والشيح ، وبتطبيق المعاملات الزراعية والبذر الصناعي مع الحماية أمكن رفع إنتاجية المراعي في الأودية من ٥٠كجم /هكتار - تحت الظروف المتدهورة - إلى حوالي ١٠٥٠ كجم/هكتار في السنوات العادية ، ويجري تطبيق هذه الوسائل والتقنيات في مشروع تجريبي مساحته ١٦٠٠ هكتار بالعمارية

(٩٠ كم شمال سكاكا) كخطوة أولى نحو التطبيق العملي لهذه النتائج .

● الرعي و إستغلال المراعي

أظهرت نتائج دراسات الرعي بالأغنام على المراعي المحسنة ضرورة تقديم علائق إضافية في فصل الشتاء والفترات الحرجة حيث لا يمكن الإعتماد كليا على المراعي لتلبية إحتياجات الأغنام أكثر من ثمانية أشهر حتى في السنوات الجيدة ، أما الإبل فهي أكثر كفاءة في إستغلال الشجيرات الصحراوية من الأغنام وهي أقل ضررا على النباتات في رعيها من الأغنام .

● الشجيرات العلفية المروية

تم إجراء التجارب على زراعة الشجيرات العلفية المقاومة للجفاف والملوحة كبديل للأعلاف التقليدية المروية وقد كانت النتائج الأولية مبشرة جدا حيث تراوحت إنتاجية الشجيرات العلفية من المادة الجافة بين ٣,٣ طن للهكتار في السنة الأولى إلى ٦,٦ طن للهكتار بعد سنتين من تاريخ الزراعة بكميات من الري لا تزيد عن ٤٠٠٠ متر مكعب في السنة ، ويمكن إستخدام المياه المالحة لزراعة الشجيرات العلفية كما تصلح زراعتها في الأراضي عالية الملوحة وقليلة الخصوبة .

● إكثار بذور النباتات الرعوية

تم تنفيذ برنامج لإكثار بذور النباتات الرعوية المهددة بالإنقراض وذلك لتوفير البذور اللازمة لأغراض تحسين المراعي وحماية البيئة ولحفظ الأصول الوراثية للنباتات المحلية حيث تمت زراعة أربعة وعشرين نوعا من النباتات المحلية بلغت طاقتها الإنتاجية ٣,٥ طن من البذور سنويا ، وقد بدأ برنامج لإختبار وتقييم البذور المنتجة لمعرفة خصائصها والعوامل المؤثرة على زراعتها .

● السلالات المحلية للإبل

أظهرت سجلات الأنواع الرئيسية للإبل بالمملكة (المجاهيم ، المغاتير ، الصفر ، الحمر) أن متوسط إنتاج الناقة من الحليب تحت ظروف التربية المحسنة بلغ حوالي ٣٦٣٥ كجم خلال موسم الحلابة الذي يستمر حوالي أربعة عشر شهرا في المتوسط ، وقد تم تسجيل ٦٣١٢كجم كأعلى رقم للإنتاج في الموسم ، و ١٨كجم حليب في اليوم مما يؤكد أن الإبل يمكن أن تلعب دورا هاما في مجال الألبان خاصة أنها أكثر ملاءمة للمناخ الجاف ويمكنها إستغلال الشجيرات الصحراوية خلافا للأبقار ، كما أن مؤهلات النمو في الإبل أظهرت معدلات تفوق ١٠٠٠جم في اليوم ، وقد أجريت كذلك تجارب في مجالات التلقيح المبكر للنوق في عمر ثلاثة سنوات وإختصار الفترة الفاصلة بين الولادات حيث أظهرت النتائج نجاح التلقيح المبكر وإمكانية إختصار الفترة الفاصلة بين الولادات من ٢٤شهرا إلى ١٤,٥شهرا أي بنسبة ٤٠٪ .

● المقننات الغذائية للإبل

تم إجراء الأبحاث لتحديد إحتياجات الإبل من العناصر الغذائية في مراحل نموها المختلفة وحالاتها الإنتاجية ، وقد أجريت التجارب على عدة مستويات من العلائق المركزة الى العليقة المالئة وقد أظهرت النتائج أن زيادة طاقة العلائق عن ٢,٥ ميجاكالوري في كل كجم مادة جافة يؤدي إلى سمنة مفرطة في النوق .

● تصنيع منتجات ألبان الإبل

يعد المركز من الرواد في مجال تصنيع منتجات ألبان الإ بل حيث أجريت عدة تجارب معملية لمعرفة خواص تصنيع حليب الإبل ، وقد أمكن تصنيع جميع منتجات حليب الإبل مثل الجبن والزبدة والزبادي .

● التربية المكثفة للأغنام والماعز

وقد شملت الدراسة برمجة الدورة الإنتاجية للأغنام مثل مواسم التلقيح وتحديد العدد المناسب من النعاج لكل كبش وتكثيف الولادات والفطام المبكر والتسمين والإنتخاب والتهجين لتحسين السلالات المحلية والحلابة والجز الآلي للصوف ، وقد تم جمع بيانات وافية بنتائج هذه الأبحاث يجري تحليلها وتوثيقها ليستفيد منها المربون .

● الدراسات الإقتصادية والإجتماعية

تم إجراء عدة مسوحات إجتماعية وإقتصادية لأحوال البادية والتغيرات التي حدثت في نمط وأسلوب حياة البادية التقليدية ووسائل الإنتاج وأثر ذلك كله على الموارد الإنتاجية ومستوى الإنتاج وكذلك المشاكل والمعوقات . وقد تم أيضا إجراء دراسات عن إقتصاديات البادية ومقارنة أنواع التربية المختلفة والآثار الإقتصادية والإجتماعية لبعض برامج الدعم للإنتاج الحيواني وإجراء التحليل والتقييم الإقتصادي لبعض نتائج الأبحاث لتحسين الإنتاج الحيواني .

برامج مستقبلية

يقوم المركز بإجراء المزيد من الدراسات والبحوث في مجال تنمية المراعي والثروة الحيوانية من أهمها مايلي :-

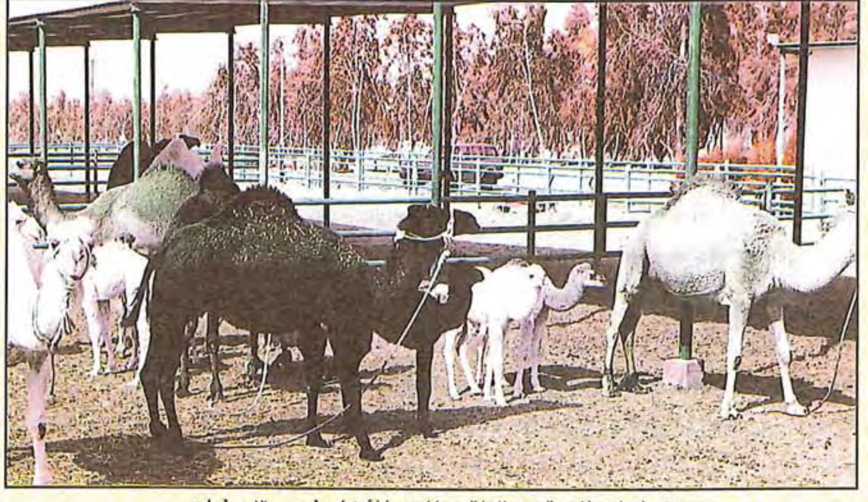
١ - قيام محميات رعوية بالمنطقة لتنمية المراعي بتطبيق وسائل وتقنيات تحسين المراعي التي ثبت نجاحها وذلك من خلال التعاون بين الجهات المعنية .

٢ - إجراء المزيد من أبحاث الشجيرات العلفية ودعم برنامج إكثار بذور النباتات الرعوية وطرق إستغلالها .

٣ - إجراء المزيد من دراسات الرعي على المراعي الطبيعية والشجيرات الرعوية المروية لتحديد الحمولات الحيوانية المناسبة وتنظيم الرعي ونوع الحيوانات المناسبة ومعدلات الإستغلال .

٤ - السعي لإقامة مزرعة نموذجية للإبل لتكون نواة لإنتاج إبل محسنة للتربية وتطبيق نماذج للتربية الإقتصادية في إنتاج الحليب واللحوم تكون ملاءمة للبيئة المحلية .

٥ - تحليل البيانات البحثية المتراكمة خلال المراحل السابقة وإستخلاص النتائج التطبيقية وإجراء التقييم الإقتصادي وتوثيق ونشر التوصيات العملية ليستفيد منها المنتج .



● ولادات ناتجة عن التلقيح المبكر للأبكار في عمر ٣ سنوات .

الأراضــــي الــزراعيـــة

محمــد إبراهيــم الوابــــل

ورد ذكر الأرض في القرآن الكريم في مواضع كثيرة تشــير إلى أنهـا أساس تكـوين الجنس البشري ﴿ هو أعلم بكم إذ أنشأكم من الأرض و إذ أنتم أجنـة في بطـون أمهاتكم ﴾ (سـورة النجم الآيـة : ٣٢) . وفي حضارات مـاقبل الميلاد إعتبرت الأرض أحد مكونات المادة الأربعة بالإضـافة إلى الماء والهواء والنار ، ومع التطور في العلوم عرف أن هـذا المكـون يتألف أسـاسـاً من عـدة مكـونات ، والتي بـدأ يظهــر بعدهـا مفهوم لهندســة الأرض الذي يشــير إلى أن الأرض نظــام ثــلاثي الأطــوار صلب وغــاز وسائـل .

وقـــد أُخْتُلِف كثيراً في إيجاد تعـــريف للأرض حتى أصبح كل ذي علم يعـرفها على أساس تخصصه ، فالكيميـائي يعرِّفها بأنها الـوعاء أو الأنبـوب الـذي توضع فيـه المادة العضوية المعـدنية بواسطة القـوى الطبيعية وتتحـول هــذه المادة إلى مخصبـات لتأمين العنـاصر الغـذائيـة الــلازمـة للنبــات . والفيزيائي يعرِّفها بـأنها كتلة فيزيائية ذات خصـائص وتصرفـات وسلـوك تتغير تبعـاً لتغيرات الحرارة والمحتــوى الــرطــوبي . والبيئي يعدها نظامـاً بيئياً محكوماً من قبل الكائنـات الحية وتفاعلهـا مع ما يـدور فيها ومن حولها . وعالم التاريخ يعـدها إسطوانة الماضي التي تحكي مـا وقع عليهـا وإندثـر ، والفنان يعدها قطعة جميلة يتغنى بما فيها ، والمزارع البسيط يـرى أنها الــوسط الــذي تنمـو به النبـاتـات والمحاصيل ، والمهنـدس المدني يراهـا الوسط الذي تقام عليـه المباني والجسور والطرق . ومنهم مـن يعدها بأنها الطبقــة المفككـة المفتتــة من قشرة الكــرة الأرضية والتي يمكن فصلهـا من صخورها الأم والعوامل المكونة لها .

وبـذلـك تكـون النظــرة إلى الأرض قـد إختلفت مع تغير وجهات وعلـوم المستفيدين منهـا . ولكـن مع ظهـور العلــوم الحديثـة وتطويـرها وإستخدام التقنيـات الحديثة في الـدراســـات تبين أن الأرض هي عـالم كبير قـائم بحـــد ذاتـه مأهـــول بعـدد كبير من الكـائنات الحيـة التي تتحكم في خصائصـه وتؤثـر على مقوماتـه ، عالم يتم فيه العـديد من العمليات الكيميـائية البسيطـة والمعقدة وله تـوازن عجيب بين مكوناتـه ، وتلعب به قــوى فيـزيــائيـة كثيرة مثـــل الحرارة والرطوبــــة ، ومن هنــــا نجــد أن الأرض تحتـاج إلى مفهوم أكثـر وضـوحاً وتحديـداً لماهيتها ومايتم بداخلهـا .

وقــــد تبلـور هـــذا المفهــــوم على يـد العالم الروسـي دوكوتشـايف (Dokoutchaive) (١٨٤٦ ــ ١٩٠٣م) ، والذي إستطـاع أن يعــرِّف الأرض على أنها كـائن حي معقــد منظم لـه مكــونـاتـه وتنـاسقــه وأمـوره الفيزيـائية والكيميـائية والمائية ، ثـم توالت التعــريفـات التي تحاول أن تلم فعــلاً بما يدور في هذا الجزء من القشرة الأرضية حتى تــوصل علماء الأراضي إلى تعـــريف دقيق للتربة بأنها المواد المعـدنية المفككـة الموجودة على سطح الأرض تعرضت وتأثـرت بعوامل النشوء والبيئـة من مـــادة أصـل ، ومنـاخ (رطوبة ، حرارة) ، وكائنات كبيرة ودقيقة، وطبـوغرافيـة تعمل كلها مجتمعـة عبر فترة من الـزمن لتنتج مـا يسمى بـالأرض والتي تختلف في خـواصهـــا وصفـاتها الطبيعيـة والكيميائية والحيوية عن المادة التي إشتقت منهـا . ويبين هذا التعـريف أن أصل الأرض نـاتج عن تجويـة المهد الصخـري لتكـوين مـركبـات ومكـونـات ذات أحجـام صغيرة تعمل مجتمعـــة مـع بعضهـــا كمادة أصل

للأرض ، وهي تعكس الأثر المتكامل للعمليات البيئية المتكاملة من مناخ ومادة حية وطبوغرافية وزمن . وفي اللغة الإنجليزية تسمى الأرض بـ (Soil) ، وهي مستمدة من الكلمة اللاتينية (Solum) وتعني سطح الأرض التي يمكن أن يحرث ، وبصورة أدق هي الطبقة السطحية الناعمة من الأرض التي ينمو عليها أو بها النبات ، وعموماً تعد الأرض القسم المهيج من الطبقة السطحية للقسم العلوي من الكرة الأرضية التي تنمو وتتكاثر فيه الكائنات الحية ومنها النباتات التي تعد الغذاء اللازم لبني الإنسان والحيوان . ولهذا تلزم دراسة علم الأراضي الزراعية والإهتمام به حيث هو مهد النبات الطبيعي والسائد مقارنة بالتقنيات الحديثة للزراعة بدون أرض والتي كان الهدف منها التحكم بالوسط الفردي للإنبات ، ولهذا نجد أن الأرض وبحكم طبيعتها الفيزيائية منتشرة في هذا العالم ولكن بدرجات وقدرات مختلفة على الإنتاج ، ففي العالم العربي والذي تبلغ مساحته ١٤٠١,٤ مليون هكتار نجد أن المساحة القابلة للزراعة تبلغ حوالي ٢٠٠ مليون هكتار فقط ، جدول (١) ، وفي دول مجلس التعاون الخليجي والتي تبلغ مساحتها ٢٦٥,٨ مليون هكتار ، نجد أن المساحة القابلة للزراعة تبلغ ٥٣,٠٦ مليون هكتار ، جدول (٢) ، حيث يبلغ المزروع منها فعلاً ٣,٢٩٥ مليون هكتار ، أما على مستوى المملكة العربية السعودية والتي تبلغ مساحتها ٢٢٥ مليون هكتار فإن المساحة القابلة للزراعة تبلغ ٥٢,٦٨٣ مليون هكتار (٢٣,٤١٪ من المساحة الإجمالية للدولة) بينما يبلغ المزروع منها فعلياً حتى عام ١٩٩٠م ١,٣٦٤ مليون هكتار (٢,٦٪ من المساحة الكلية للمملكة) ومن الإحصائيات السابقة يتبين لنا مدى أهمية دراسة الأراضي وكيفية الإستفادة منها وإستصلاحها وإدارتها . ولهذا نجد أن جميع العلوم البحتة والطبيعية والتطبيقية تم استخدامها في دراسات الأراضي وأصبحت علوماً مستقلة داخل علم الأراضي .

تصنيف الأراضي الزراعية

التصنيف هو عبارة عن ترتيب المعلومات مع بعضها حتى تصبح خواص المكونات وعلاقاتها أكثر يسراً في فهمها والإستفادة منها ، وهذا يتطلب تجميع الأراضي ذات الخواص المتشابهة والمتماثلة لكي يمكن خدمتها بشكل جيد ولتحديد الأراضي الجيدة للزراعة أو لغيرها ، ويعتقد أن أقدم تصنيف للأراضي ظهر في الحضارة الصينية قبل ٤٥٠٠ عام قبل الميلاد حيث صُنفت الأراضي آنذاك تبعاً لقدرتها الإنتاجية ، وقد استخدم هذا التصنيف لتقدير الضرائب على الإنتاج . وفي العصر الحديث ظهر العديد من التصانيف للأراضي، ففي عام ١٨٨٠م اقترح العالم الروسي دوكوتشايف تصنيفاً يقوم على أساس أن كل تربة لها شكل خارجي ومحدد ومرتبط بتوافيق خاصة لعوامل تكوينها . وفي عام ١٩٦٠م نشرت وزارة الزراعة الأمريكية تصنيف بإسم « تصنيف الأرضي ـ نظام شامل » يعتمد على أساس الشكل الخارجي للأرض في حين يعطي تأكيداً أقل للنشوء ، وفي عام ١٩٧٥ طور التصنيف السابق وسمي بـ « التصنيف العلمي للأراضي » وكان قائماً على أساس تصنيف الأشياء بناءاً على علاقاتها الطبيعية.

الدولة	المساحة الكلية (مليون هكتار)	المساحة القابلة للزراعة(ألف هكتار)
ليبيا	١٧٦	٣٨٠٠
تونس	١٦,٥	١١٠٠٠
الجزائر	٢٣٧,٦	٣٩٣٥٦
المغرب	٤٤,٥	٣٥٢٥٠
موريتانيا	١٠٣,٧	٧٧٠٠
العراق	٤٣,٧	١١٥٠٠
سوريا	١٨,٥	٥٨٦٤
الأردن	٩,٨	١٤٦٥
لبنان	١,٠٤	٣٥٠
فلسطين	٢,٠٧	١٤٨
مصر	١٠٠,٢	٤٤٥٢
السودان	٢٥٠,٢	٥٨٤٠٠
الصومال	٦٣,٨	٨٨٥٠
جيبوتي	٢,٣	١٠
اليمن	٤٨,٢	٣٧٠٨

المصدر : تجارب واستصلاح الأراضي الزراعية في الوطن العربي ١٩٨٤م ، المنطقة العربية للتربية والثقافة والعلوم .

● جدول (١) الموارد الأرضية في العالم العربي ماعدا دول الخليج العربي .

الخواص الفيزيائية

تتغير الخواص الفيزيائية للأراضي الزراعية مع تغير مكونات وطرق تكوين وتركيب هذه الأراضي ، فإختلاف تركيب المكونات الأساسية من الرمل والغرين والطين يتبعه تغير في كثير من الخصائص الفيزيائية كالقوام والذي يعتمد على نسب المكونات السابقة وسريان المياه داخل الأراضي وقدرة الأراضي على الإحتفاظ بالمياه وعلى البناء والكثافة لهذه الأراضي .

الدولة	المساحة الكلية (مليون هكتار)	المساحة القابلة للزراعة (ألف هكتار)	نسبة الأراضي القابلة للزراعة إلى المساحة الكلية	المساحة المزروعة فعلاً (ألف هكتار)	نسبة المساحة المزروعة إلى المساحة القابلة للزراعة
المملكة العربية السعودية	٢٢٥	٥٢,٦٨٤	٢٣,٤١٪	١٣٤٦,١	٢,٦٪
البحرين	٠,٠٦٩	٤,٠٤٨	٥,٨٤٪	٣,٠٠٧	٧٤,٢٨٪
قطر	١,١٤٣	٦٥	٥,٧٪	٥,٧٠٦	٨,٨٪
عمان	٣٠	١١٣	٠,٣٨٪	٥٧,٨١٤	٥١,٣٪
الكويت (*)	٠,١٧٨	١٥٣,٨٤٩	٨,٦٪	٥,٠٣١	٣,٣٪
الإمارات العربية المتحدة	٧,٨	٣٨,٠١٩	٠,٤٩٪	٣٥,٣٩٧	٩٣,١٪

(*) الكويت حتى عام ١٩٨٨م حيث المعلومات غير متوفرة لعام ١٩٩٠ .

المصدر : التنمية الزراعية في دول مجلس التعاون لدول الخليج العربي ١٩٩٢م ــ الأمانة العامة لمجلس التعاون لدول الخليج العربي .

● جدول (٢) المساحة الإجمالية والمساحة الزراعية حتى عام ١٩٩٠م لدول الخليج العربي .

وتلعب هــذه الخصــائص دوراً كبيراً في إختيــار المحاصيل المنـاسبــة ونوع أسلــوب الري الذي يجب إتباعـه والعمليات الزراعية المطلــوبـة للحصـــول على إنتـــاج أفضل ، فــالأراضي الطينيـة مثـلاً تكـون ذات قـدرة عاليـة على الإحتفاظ بـالمياه إضـافة إلى أنها ذات سريـــان مـــائي ضعيـف ، وهي عكس الأراضي الـرمليـة ، التي يكـون الـرمل هـو السائد في تكـوينها ، ذات سريـان عالٍ للماء ولكن يعـاب عليها بأنها ضعيفة ، ومـن هنا نجـد أن التعـرف على الخواص الفيزيـائيـة لــلأراضي يســاعـد وبشكل كبير في عمليـات الإستـزراع والإدارة الجيـدة للحصــول على أفضل النتائج .

الخــــواص الكيميائيــــة

تلعب معــرفـــة الخواص الكيميـائيـــة لــلأراضي الزراعيـــــة دوراً أساسيـــــاً في تقييم إنتـاجيــة هــذه الأراضي ، فـــالـرقم الهيـدروجيني ، وملـوحة الأرض ، ونـوعيـة معـادن الطين السـائدة ، وتركيـز العنـاصر الكيميـائيــة والمركبـات مثل كـربـــونـات الكالسيـوم والسعة التبادليـــة الكاتيونيـة (Cation Exchange Capacity - CEC) جميعها تلعب دوراً كبيراً وهـاماً في إنتـاجية هذه الأراضي .

فــالـرقم الهيـدروجيني يعــد مؤشـــراً لتــوفـر بعض العنــاصر الغذائيـــة التي يحتــاجهـا النبـــات إذا كـانت موجـــودة بـــالتكـوين أصـــلاً ، فمثـلاً تتميــز الترب الحامضية (رقم هيدروجيني أقل من ٦,٥) بزيـادة في تركيز عنصر الألمنيـوم والمنجنيز والعنـــــاصر الصغــــرى مثل الحديـــــد والمغنيسيـــوم والنحــــاس ، بينما تتميــز الأراضي القـاعديـة (رقم هيـدروجيني أعلى من ٨,٥) بقلـــة ذوبــان بعض العنـــاصر الصغرى رغـم توفرهـا في التكوين ، وكـذلك وجود كـربونات الكـالسيوم الـذي يؤثـــر على الفـــوسفـــور بسبب أن كـربـــونـــات الكالسيوم تعمل على تـرسب الفوسفات على هيئـة فوسفـات كالسيـوم ، من جانب آخـر يـؤثـر تـركيـــز الأمـلاح الموجـــودة داخل حبيبـات الأرض علــــى إستـــزراع الأرض حيث أن الزيـادة في تركيـز الأملاح تزيـــد من الشــد الأسمــوزي للتربـة ممـا يقلل من قـــدرة النبـات على إمتصــــاص العنـــاصر وبالتالي على الإنتاجيـــة لهـذه الأرض .

الكائنـــــات الدقيقـــة

تحتوى الأراضي الزراعية على ملايين من الكـائنات الحيـة ذات المهام الخاصــة والتي تقـــوم بها داخل قطـــاع الأرض مثل تثبيت النيتروجين الجوي وتحليل المركبـات والمواد العضـــويـــة ، ويتم هـذا عن طـريق كثير من أنواع الكائنات الدقيقة كالبكتيريا والطحالب والفطـريـات والتي لكـل منهـا دور خـاص يقوم بـه ويؤثر على إنتاجيـة التربة ، فمثلا نجد أن هنـاك أنواعاً من البكتيريا مسـؤولة عن معدنة النيتروجــين عـن طريق بكتيريـــا (Pseudomonas) وأنواعاً أخرى من البكتيريا مســؤولـة عن إنتاج النشـادر من المركبـات العضويـة التي تتأكسـد بعد ذلك بـواسطة بكتيريـــا (Nitrosomonas) إلى أيونـــــات النتـــرايت (NO_2^-) ثم تتاكســـد بواسطـة بكتيريـا (Nitrobactor) إلى النترات (NO_3^-) ومن هنـا نجـد أن البكتيريا لها دور هـام في إمداد النبات بعنصر النيتروجين ، كذلك نجد أن بعض أنـــواع البكتيريـــا مســـؤول عن تحويل مخلفات المبيدات السامة والمتبقية في الأرض إلى مواد غير سامة أوقليلة السمية .

خصوبة الأراضي الزراعية

تعـد خصـوبـة الأراضي الـزراعيـة من العوامـل التي تحدد نمو وتطور المحـاصيل التي تقع تحت سيطــــرة الإنســـان ، بينما بعض العـوامل الأخـرى لا يمكن للإنســان التحكم بها بشكل كبير مثل عـــوامل المنـاخ ونوعيـات النباتـات ، ولكي يمكن لأي أرض أن تنتج إنتاجـاً جيداً فإنها لابـد أن تحتوي على العناصر الغذائية التـي يحتاجها النبات لنموه وإنتـاجيته ، وأحيـانـاً لا تـوجد هـذه العناصر بصورة كـافية أو بصورة ميسرة ، وبـالتالي يحدث لها نقـص في أحد العنـاصر ممـا يؤثـر على الإنتـاج ، ومن هنا بــرز علم خصــوبة الأراضي والـذي إهتم به الإنســان منـــذ القـدم حيث كـــان يضيف إلى الأرض مخلفات الحيوانات والرمـاد والدم ليزيد من خصوبتهـا . وفي العصر الحديث تم معـرفة أدوار العنــاصر الغذائيـة والمهام التي تقـوم بها وأعراض ونتـائج نقص هـذه العناصر ، كما عرفت العنـاصر الرئيسية للنبـاتات وتم تقسيمها إلى عنـاصر كبرى تكون مـوجودة داخل النباتـات بتراكيز أكثـر من ٥٠٠ جزء بـــالمليـون مثـل النيتروجين والفـوسفـــور والبوتاسيوم والكـالسيوم وعناصر صغرى وتـوجـد داخل النبـات بتراكيـز أقل من ٥٠ جـــزء بـالمليـــون مثل الحديـد والنحـــاس والمنجنيز ، كما تم معـرفة دور كل عنصر في جميع مـراحل نمو النبـات ، فمثلاً وجـد أن عنصر النيتروجين مـوجـــود في البروتينـات والكلورفيل والأحماض النووية ، بينما وجد أن عنصر الفوسفور مهم في تحولات الطاقة ، أما عنصر الكـالسيوم فقـد وجد أنـه مهم في تكـوين جـدار الخلية ويلعب دوراً هـامـاً في بناء ونفاذية الأنسجـة ، ويعد عنصر الحديد المسؤول عن تكوين الكلوروفيل ، أما عنصر المنجنيز فهـو المسؤول عن أنظمـة التأكسد والإختـزال . وبالتـالي أصبح معروف جـداً تأثير نقص كل عنصر ممـا أكد أهميـة إمداد النبات بجميع العنـاصر المطلوبـة لكي يقوم بجميع وظائفه الحيوية ولينتج أفضل إنتاج. وقد تطلب ذلك إستخـدام الأسمدة المعـدنية إضافـة إلى الأسمدة العضـوية والمساعدة في بعض عمليـات الإستصــــلاح والتي تـؤدي بـدورهـا لتيسر بعض العنـاصر الموجـودة داخل تكـــويـن الأرض ولكنهـــا غير ميسرة للنبات مثـل إضافة الكبريـت للترب الجيرية من أجل زيـادة تيسر عنصر الفسفور ، ومن جانب آخر ساعـد علم خصوبة الأراضي على تقليل التدهور البيئي النـاتج عن الإستخدام المفرط لــلأسمدة الكيميـائية بحيث أنـه بعد تحليل التربة ومعرفة محتـواها من العناصر الغذائية ومعـرفة نوعية مياه الـري ومعرفة المحصــــول المراد زراعتـه أمكـن إضـافـــة الأسمدة وبـالقدر المطلـوب ، بحيث لايكون هنـاك فقد للعنـاصر وتلـويث التربة والميـاه الجوفية وأصبح من الممكن زيـادة الإنتاجية في نفس وحدة المساحة .

الرسمـــــدة

تعـرف الـرسمـدة (Fertigation) بأنها إضافـة الأسمدةعن طـريق مياه الـري وقد انتشرت هـــذه التقنيـــة في العشر سنـــوات



● تجربة لاختيار أصناف من القمح تتحمل الملوحة .

الماضية لما لها من فوائد كثيرة من محافظة على المياه والأسمدة بالقدر المطلوب فقط وبصورة ميسرة دون أن يكون هناك فقد للماء أو للسماد ، وبالتالي لا يكون هناك زيادة في الأسمدة تغسل بالزيادة من الماء لتخرج عن منطقة التأثير وهي منطقة الجذور ، وتعد هذه التقنية الحديثة ذات فوائد إقتصادية وبيئية إذا طبقت بالشكل المناسب حيث أنها تحتاج إلى أنظمة ري متطورة وإلى أنواع من الأسمدة تكون ذات درجة ذوبانية مناسبة ، ومع إستخدام هذه التقنية بالشكل المناسب نجد أن النبات يجد ما يحتاجه من عناصر وماء دون أن يتعرض إلى أي شد وبالتالي يمكن أن يعطي أعلا معدلات الإنتاج التي بإستطاعته إعطاءها .

تقييم الأراضي الزراعية

تقييم الأراضي الزراعية هي عملية تحديد مدى ملاءمة الأراضي للإستخدامات الزراعية المختلفة مثل إنتاج المحاصيل وتربية المواشي وإنتاج الغابات أو لأغراض أخرى مثل الملاعب والمتنزهات ، وهي عملية مقارنة لأنواع الإستخدامات المختلفة للأراضي وعلاقة ذلك بالجهود المبذولة لإستخدام تلك الأراضي في كل حالة . وتحتاج عملية التقييم إلى حصر لكل أنواع الموارد الطبيعية مثل المناخ والموارد المائية والموارد الأرضية والموارد البشرية والعوامل البيئية .

فالمناخ يلعب دوراً هاماً في تكوين الأراضي وإختيار المحاصيل وله عدة عوامل مثل الحرارة ، والأمطار ، والرياح ، والرطوبة النسبية ، ومعدلات التبخر .

أما الموارد الأرضية فتعبر عن نوعية الترب وأسس تكوينها ومدى ملائمتها للإنتاج ، وتعبر الموارد المائية عن مصادر مياه الري المتاحة من مياه أمطار أو بحيرات أو مياه جوفية بنوعيها السطحي والعميق أو مياه مخلفات الصرف الصحي ، ومن جانب آخر تحدد الموارد البشرية مدى أهمية الإنتاج الزراعي لهذه المنطقة والتركيبة السكانية لسكان المنطقة ، بينما تعد الموارد البيئية من العناصر التي اهتم بها الإنسان حديثا لكي يكون له تخطيطاً سليماً للتنمية الزراعية المراد إقامتها .

تلوث الأراضي الزراعية

مع التطور الحديث في الأنظمة المعيشية وزيادة عدد السكان أصبح من الضروري أن يكون هناك إستخدام أمثل للأراضي الزراعية ، وهذا تطلب الإستخدام الكامل للأسمدة والمبيدات الكيميائية والحيوية وزراعة الأنواع المحصولية المحسنة واتخاذ إجراءات الصيانة ، ونتيجة لهذه المتطلبات وسوء الإستخدام للإمكانيات المطلوبة من أسمدة ومبيدات تعرضت الأرض لخطر التلوث سواءً من العمليات الزراعية أو من غيرها وأصبحت الأراضي مكاناً لردم المخلفات وقد استحدثت مصادر جديدة للمياه مثل مياه الصرف الصحي ومياه الصرف الزراعي ، ونتيجة لهذه الممارسات تم إمداد التربة بمجموعة من المركبات الكيميائية والمعدنية أدت الزيادة منها إلى تعرض التربة للتلوث لتصبح غير قادرة على الإنتاج وخاصة في دول العالم النامي التي يغيب فيها الوعي بالآثار المترتبة عن هذا الإستخدام كما هو حادث مع المبيدات التي أدت كَثرة إستخدامها وبشكل عشوائي إلى ضعف فاعليتها وترسبها إما في الأراضي أو على المحاصيل لتصل إلى الإنسان ، كما هو واقع مع الأسمدة النيتروجينية التي أصبحت تهدد مصادر مياه الشرب بغسيلها من قطاع التربة .

الأراضي المتأثرة بالأملاح

كما هو معروف أدى الإستخدام المفرط من الأسمدة مع نسيان الأثر الملحي المتبقي للسماد إلى تملح بعض الأراضي بحيث أصبحت غير قادرة على الإنتاج أو ضعف قدرتها الإنتاجية ، وقد أدى ذلك إلى زيادة الأراضي الملحية غير الصالحة للزراعة والتي توجد في جميع أنحاء العالم وتحت جميع الظروف خاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة ذات الأمطار القليلة والظروف الجوية القاسية من إرتفاع في درجة الحرارة وقلة الرطوبة النسبية ، وتصنف أنواع الأراضي الملحية إلى مايلي :-

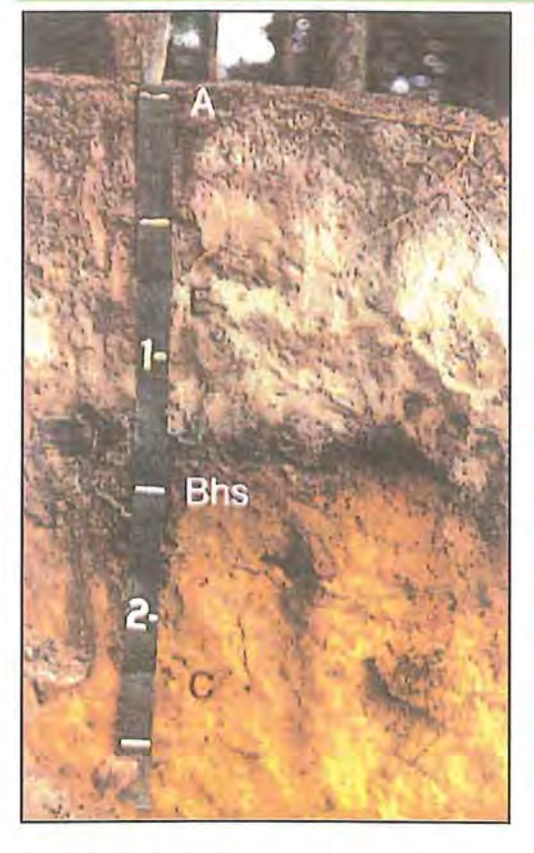
* **أرض ملحية :** ويكون تركيز الأملاح بمستخلص التربة المشبعة أكثر من ٤ ديسي سيمنز/م ومعدل الصوديوم المتبادل (ESP) أقل من ١٥٪ والرقم الهيدروجيني أقل من ٨,٥ .

* **أراضي ملحية صودية :** ويكون تركيز الأملاح بمستخلص التربة المشبعة أكثر من ٤ ديسي سيمنز/م ومعدل الصوديوم المتبادل (ESP) أكثر من ١٥٪ والرقم الهيدروجيني أقل من ٨,٥ .

* **أراضي صودية :** ويكون تركيز الأملاح بمستخلص التربة المشبعة أقل من ٤ ديسي سيمنز/م ومعدل الصوديوم المتبادل (ESP) أكثر من ١٥٪ والرقم الهيدروجيني بين ٨,٥ ـ ١٠ .

تصنيف الأراضي الزراعية

أ. بابكر سليمان بابكر



تصنيف الأراضي الزراعية عبارة عن تبويبها في مجموعات تربطها خواص مشتركة داخل كل مجموعة، وترتب هذه المجموعات في تسلسل منطقي حسب الخواص العامة للتربة. ويشمل تصنيف الأراضي دراسة وتنظيم وتجميع وترتيب المعلومات عن التربة وتبويبها في أقسام حسب التماثل والإختلاف أو التدرج في خواصها والعلاقات المتداخلة بينها وتسميتها بأسماء مستمدة من خواصها بطريقة يمكن فهمها على المستوى العام. يهدف تصنيف الأراضي الزراعية بصفة أساس إلى استيعاب أنواع الأراضي المختلفة وتحديد مشكلات التربة لمعالجتها والوصول بها إلى طاقتها الإنتاجية القصوى، وكذلك الإستفادة من الأساليب المتقدمة وتطبيقها على الأراضي المناظرة بالمناطق المختلفة.

ويمكن تحقيق أهداف تصنيف الأراضي من خلال عدة عوامل هي :-

(أ) تنظيم المعلومات بحيث يسهل فهمها.

(ب) فهم العلاقات، واستنتاج علاقات جديدة بين الأراضي الزراعية المصنفة.

(جـ) إستذكار خواص الأراضي الزراعية المصنفة بسهولة.

(د) انشاء مجوعات أو تقسيمات صغيرة للأراضي الزراعية تحت الدراسة بحيث يستفاد منها لأغراض تطبيقية مختلفة.

التصانيف السابقة للأراضي

هناك العديد من تصانيف الأراضي الزراعية التي كانت متبعة في فترات سابقة من أهمها مايلي :-

● التصنيف الفلاحي

يعتمد التصنيف الفلاحي (Agronomic Classification) للأراضي الزراعية على الخبرة المحلية في الزراعة، ويصنفها طبقاً لصلاحيتها لزراعة نوع معين من المحاصيل، مثل أراضي للقطن أو أراضي لقصب السكر أو أراضي للموالح ... وهكذا.وبذلك يعد التصنيف الفلاحي محدوداً بمحدودية الأراضي الزراعية المعينة.

● التصنيف الجيولوجي

بُني التصنيف الجيولوجي (Geological Classification) على خبرة بعض علماء التربة في مناطق تتوافق فيها الإختلافات الجيولوجية والمناخية، ولذا نشأ ما يعرف بأراضي الحجر الجيري، والحجر الرملي، وحجر البازلت، ورواسب نهرية ... وهكذا.

● التصنيف المناخي

يعتمد التصنيف المناخي (Climatic Classification) على نوع مناخ المناطق مثل أراضي المناطق الجافة، والتندرا، والمناطق معتدلة المناخ وهكذا.

● التصنيف التقني

بُني التصنيف التقني (Techinical Classification) للأراضي الزراعية على خاصية واحدة أو أكثر من خواص الأراضي ومن أجل هدف معين، فمثلاً تصنف الأراضي الزراعية من أجل زراعة البن، أو زراعة البنجر، أو من أجل تقديرات الضرائب المفروضة على الأراضي، أو من أجل إضافة الجير ($Ca\ CO_3$) للأراضي الحامضية، أو إضافة الجبس ($Ca\ SO_4\ .\ 2H_2O$) للأراضي القلوية.

● التصنيف النطاقي

يعد التصنيف النطاقي (Zonality Classification) من أشهر التصانيف القديمة وأكثرها شيوعاً، ويعد القاعدة الأساس لكثير من التصانيف الحديثة. وقد بني على أساس أن كل تربة لها خواصاً مورفولوجية مرتبطة بمجموعة معينة من عوامل تكوين التربة. ويشتمل هذا التقسيم على ثلاث رتب هي الأراضي النطاقية (Zonal Soils)، والأراضي بين النطاقية (Interazonal Soils)، والأراضي غير النطاقية (Azonal Soils).

التصانيف الحديثة للأراضي

هناك العديد من التصانيف الحديثة للأراضي الزراعية نشأت في مناطق مختلفة من العالم من أهمها مايلي :-

● التصنيف الروسي

يعتمد التصنيف الروسي (Russian Classification) على خواص التربة، وعمليات وعوامل تكوينها. وينقسم الهيكل الأساس للتصنيف الروسي إلى مايلي :-

* **القسم (Class)** : ويعرف على أساس

المنـاطق الحراريـة في العـالم مثل أراضي المناطق القطبية ، وأراضي المناطق الشمالية الباردة ، وأراضي المناطق المعتدلة .

* **تحت القسم (Subclass)** : وهـو مبنى على المستوى العـالمي ، وأكثر تحت الأقسـام شيـوعاً الأراضي الرسـوبية (Alluvial) ، وشـبـه الغـدقة (Semihydromorphic) ، والغدقة (Hydromorphic) .

* **النـوع (Type)** : وهـو الأكثر شيوعاً للمقارنـات الإقليميـة العامـة ، ويـوجـد حـوالي ١١٠ نـوع وكـل منهـا تطـور في مجموعة مستقلة من المنـاخ الحيـوي (Biological Climate) والظـروف الهيدرولـوجية ، وهناك أربعة ضـوابط لنوع الأراضي هي مـورفولـوجيا قطـاع التربـة ، والتـركيب المعدني الكيميـائي شـاملاً المادة العضويـة ، والخواص الطبيعية الكيميـائية ، والنظام المائي الحراري الغازي والحيوي .

* **تحت النـوع (Subtype)** : وفيـه تقسم أراضي النـوع الواحـد حسب اختلاف إحـدى عمليات تكوين التربة مثل الغسيل ، والتكلس، والترسب ، والإزالـة ، والتملح ، وتأثير الموقع الجغـرافي ، واختـلاف درجـات الحرارة الإقليمية من شمال إلى جنوب روسيا .

* **العشيرة (Genera)** : وتعـرف على أساس خواص مـادة الأصل وما تعكسه على قوام وتـركيب التربة أو على أسـاس تأثيرات خـاصـة سـائدة للتركيب الكيميـائي للماء الأرضي أو طبقـاً لبعض المظاهـر القديمـة (Relict) أو الحفريات .

* **الصنـف (Species)** : ويقسم حسـب تطور أو عمق تأثير عملـيات تكوين الأرض (مـادة الأصل والإنحـدار والمنـاخ والـزمن والعامـل الإحيائي) ، وعادة يستعمـل واحد أو أكثـر من أنواع خـواص التربة كخـواص مميـزة مثل كميـة الإمـداد بمـواد معينـة لطبقـة الإستزراع ، وسمك بعـض الآفـاق (Horizons) ، ومحتـوى أفق معين من مـواد خاصة .

التصنيف الفرنسي

بُنـي التصنيـف الفرنـسي (French Classification) على أسـاس المفاهيم الفرنسيـة لعلم الأراضي وهي درجة تطور قطاع التربة ، وخواص القطاع كلها مع التركيز على عمليـات التحول ونـوع الدبـال ومعقد الإدمصاص (Adsorption Complex) والبناء والإبتـلال ، والخواص التى ترجع إلى الظـروف المائية شـاملـة الملـوحة ، ودرجـة الهجـرة الميكانيكية لحبيبـات الطـين (Degree of lessivage) . ويشتمل التصنيف على عشرة أنـواع من الأراضي هي : الأراضي المعدنية الخام ، والأراضي الضعيفة التطور ، والأراضي الطينيـة الـداكنـة المتشققـة ، والأراضي الكلسيـة المغنيسيـة ، وأراضي السهـول البـور ، وأراضي الغـابـات البنيـة العضـوية ، وأراضي البـودسـول ، وأراضي الأكـاسيد السـداسية ، والأراضي الملحيـة ، والأراضي الغدقة .

هذا وتقسم هذه الأقسام إلى تحت أقسام حسب المنـاخ ودرجة التطـور وعمق القطـاع الأرضي ووجود الأحجار والظروف المائية .

التصنيف البريطاني

خُصـص التصنيـف البريطانـي (British Classification) لأراضي انجلترا ومقـاطعـة ويلـز ، ويشتمل على عشر مجموعـات رئيسة (Mojar Soil Groups) ، يقع تحتها حـوالي ٤٠ مجموعـة مقسمة على أسـاس الوصف العـام لقطـاع التربة ، وقـد أعطـي هـذا التصنيف أسماء لتحـت المجموعات إلا أنها لم تعرَّف .

التصنيف الكندي

تم إجـراء التصنيـف الكنـدي (Canadian Classification) خصيصـاً لتصنيف الأراضي الزراعيـة بكندا ، ويشتمل على ستة مستـويات هي الرتبة ، والمجمـوعة الكبرى ، وتحت المجمـوعـة ، والعـائلـة ، والسلسلـة ، والنـوع ، وكـذلك يحتـوى التصنيف على تسع رتب ـــ مقسمـة طبقـاً لتأثير عوامل وعمليـات تكوين التربـة ـ هي أراضي التجمد الدائم ، والأراضي العضـوية ، وأراضي البـودسـول ، والأراضي الملحيـة ، والأراضي المشبعـة بـالماء ، وأراضي الشرنوزيم ، وأراضي الأفق الطيني ، وأراضي ضعيفة التطور ، والأراضي الحديثة .

التصانيف الحاليـة

بـالإضـافـة إلى التصـانيف الحديثـة السابقة هنـاك التصنيف الأمريكي للأراضي (Soil Taxonomy) ، والتصنيف الـدولي للأراضي (FAO/ UNESCO Soil Classification) . ويعد هـذان التصنيفان مـن أهـم التصانيف الحديثة المستخدمة حالياً في معظم دول العالم ، إضافة إلى أنه قـد تم تصنيف الأراضي الزراعية بالمملكـة العربيـة السعوديـة وفقاً لهما ، ولـذا سيركز هـذا المقال ـــ بمشيئة اللـه ـ على أسس وتطبيقات هذين التصنيفين .

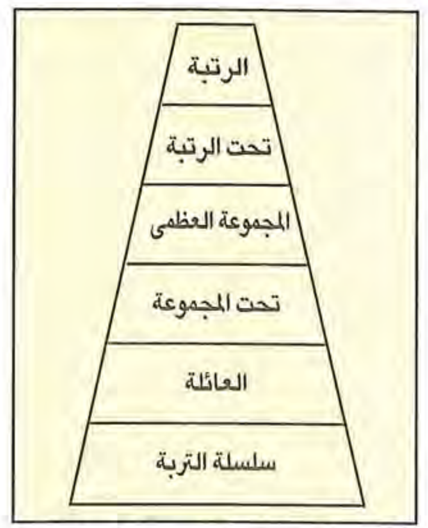
التصنيف الأمريكي للأراضي

يحتـوي النظـام الأمـريكي لتصنيف الأراضي الزراعية (Soil Taxnomg USDA - 1975) على ستـة مستـويـات للتصنيف في نظـام هـرمي ، شكل (١) ، يبـدأ بـالمستـوى الأعلى للتصنيف في قمته ثم يتسع هـذا الهرم نحو قاعدته مفصلاً التقسيمات الدنيا للتصنيف. ويعتمـد هذا التصنيف على صفـات الأراضي الـزراعية المشـاهدة في الحقل أو المستنتجـة من هـذه المشاهـدات أو من نتـائج التحليل بالمختبر .

مستويات التصنيف الأمريكي

يشتمل الهيكل العام للتصنيـف الأمريكي على ١٠ رتب ، و ٤٧ تحت رتبـة ، و ١٨٥ مجمـوعة عظمـي ، و ٩٧٠ تحـت مجمـوعة، و ٤٥٠٠ عائـلـة ، ١٠٥٠٠ سلسلـة . وفيما يلي وصفاً مختصراً لوحدات هذا التصنيف .

* **الرتبـة** : وتمثل المستـوى الأعلى في نسق التصنيف الأمـريكي وينتهـي إسم الـرتبـة بالمقطع Sol المأخوذ من الكلمة اللاتينية التى تعني Soil ، وينعكس من خـلال الـرتبـة التبـاين في العمليـات الغـالبـة في تكـوين الأراضي الـزراعيـة وتطـورهـا مثل المنـاخ والكائنات الحيـة وتأثيرها على مادة الأصل عبر الأزمنـة المختلفـة. وتقسم كل رتبـة إلى



● شكل (١) التسلسل الهرمي للتصنيف الأمريكي .

عدد من تحت الرتب طبقاً لعدة عوامل هي النظام الرطوبي ، والحراري ، و التركيب المعدني (مواد الأصل) ، والآفاق التشخيصية .

* **تحت الرتبة :** ويتكون اسمها من شقين الأول يعبر عن خواص وراثية معينة والثاني هو العنصر المكون لاسم الرتبة . وتعكس تحت الرتبة أهم المتغيرات داخل الرتبة وتقسم كل تحت رتبة إلى مجموعات عظمى .

* **المجموعة العظمى :** ويتكون اسمها من اسم تحت الرتبة مسبوقاً بمقطع خاص بتعريفها . وتعتمد المجموعة العظمى على الشبه الشديد في نوع وترتيب ودرجة تطور آفاق الأراضي الزراعية ، وأنظمة مائها وأنظمة درجة حرارتها وتقسم كل مجموعة عظمى إلى عدد من تحت المجموعات .

* **تحت المجموعات :** ويتكون اسمها بوضع الصفة المميزة لها أمام اسم المجموعة العظمى ، ويوجد ثلاث أنواع من تحت المجموعات هي تحت المجموعة النموذجية (Typic) ، وتحت مجموعة المتداخلات المتدارجة (Intergrades) ، وتحت مجموعة غير المتداخلات (Extragrades) وتقسم كل تحت مجموعة إلى عدد من العائلات .

* **العائلة :** وتعتمد على الإختلافات في الصفات الفيزيائية والكيميائية للأراضي الزراعية ذات التأثير المؤكد على نمو النبات ، وعلى الخواص المؤثرة في إدارة وزراعة الأراضي .

* **السلسلة :** وهي المستوى الأدنى في التصنيف الأمريكي وتتكون من أراضي زراعية ذات آفاق متشابهة في قطاعاتها من حيث اللون ، والقوام ، والبناء ، والتماسك ، والتركيب المعدني والكيميائي وترتيب هذه الآفاق في القطاعات .

تسمية مصطلحات التصنيف

تعد تسمية مصطلحات (Nomenclature) نظام التصنيف الأمريكي ظاهرة فريدة مقارنة بنظم التصنيف الأخرى حيث خُصص لكل رتبة مقطع وصفي مشتق في العادة من أصل لاتيني أو إغريقي يستعمل كعنصر دال عند صياغة الإسم . وكذلك الحال في كل مستوى من مستويات تصنيف التربة حيث يحمل مستوى التصنيف ذاك العنصر أو العناصر الدالة من مستوى التصنيف الذي تقدمه .

أسس التصنيف الأمريكي

يعتمد التصنيف الأمريكي على عدد من الأسس التي لابد من التعرف عليها وتحديدها للتمكن من تطبيق نظام التصنيف على أنواع الأراضي الزراعية المختلفة ، ولتحديد موقعها في كل مستوى من مستويات التصنيف ، وتتلخص هذه الأسس في الآتي :-

* **آفاق الأراضي الزراعية :** وقد عرَّف النظام الأمريكي الآفاق (أ ، ب ، ج ، ص) بأنها آفاق تشخيصية تُعني أفق سطحي ، وأفق تراكمي ، وأفق المادة الأساس ، وأفق صخري على التوالي وتم تمييز نوعين من الآفاق هما :-

- **آفاق سطحية أو علوية :** وهي آفاق تشخيصية في الجزء الأعلى من القطاع ، وتسمى إبي بيدون (EpiPdon) وهو لفظ يوناني ، إبي وتعني « فوق » وبيدون وتعني (أراضي) . ويوضح الجدول (١) أهم خواص الآفاق التشخيصية السطحية .

- **آفاق تحت سطحية (Subsurface) :** وهي آفاق في الجزء الأسفل من القطاع ويعتمد التعرف عليها على العديد من

الأفق	أهم الخواص
موليك (Mollic)	لون داكن ، تشبع قاعدي > ٥٠٪ ، فوسفات < ٢٥٠ ج.م.م ، سمك > ٢٥سم
انثروبيك (Anthropic)	لون داكن ، تشبع قاعدي < ٥٠٪ ، فوسفات > ٢٥٠ ج.م.م ، سمك > ٢٥سم
أومبريك (Umbric)	لون داكن ، تشبع قاعدي < ٥٠٪ ، فوسفات < ٢٥٠ ج.م.م ، سمك > ٢٥سم
هيستك (Histic)	محتوى عالي من المواد العضوية ، مشبع بالماء لمدة أكثر من ٣٠ يوم خلال السنة ، سمك ٢٠ ـ ٦٠سم .
بلاجين (Plaggen)	تكون بفعل الإنسان بإضافة التسميد العضوي ، سمك > ٥٠سم .
أوكريك (Ochric)	فاتح اللون ، جاف جداً ، سمك < ٢٥سم .

● جدول (١) أهم خواص الآفاق التشخيصية السطحية (Epipedon) .

الأفق	أهم الخواص
ارجيليك (Argillic)	نسبة الطين أعلى من الأفق السطحي إلى عمق ٣٠سم أو أقل ، أغلفة طينية ، سمك > $\frac{١}{١٠}$ سمك الأفق السطحي .
ناتريك (Natric)	معادن سيلكات (طيني) ، صوديوم متبادل > ١٥٪ ، بناء عمودي أو منشوري
أجريك (Agric)	أفق ترسيب طيني ومواد عضوية بسبب الزراعة المتصلة .
سومبريك (Sombric)	داكن يحتوي على دبال منقول ، أراضي جيدة الصرف لا يعلوه أفق البيك .
اسبوديك (Spodic)	نسبة عالية من أكاسيد الحديد والألمنيوم والمادة العضوية ، داكن أو محمر من الآفاق التي تليه ، قوام خشن ، تبادل كاتيوني عال .
بلاكيك (Placic)	حاجز رقيق قوى ملتحم بالحديد أو الحديد والمنجنيز أو بمعقدات الحديد .
كامبيك (Cambic)	أفق معدل يسبب حركات حبيبات التربة ، قوام أنعم من الرمل ، كميات كبيرة من معادن التجوية ، تغير حالات الرطوبة والجفاف ، كمية الطين أعلى من الأفق الذي يليه .
أوكسيك (Oxic)	تركيز أعلى من معادن الطين غير المتمدد ، بناء ضعيف ، تربة سهلة التفتت ، قوام طيني رملي وأكثر من ١٥٪ طين .
ديوريبان (Duripan)	طبقة صلدة متلاحمة بالسيليكا ، سهلة التفتت .
فراجيبان (Fragipan)	طبقة ملتحمة عند الجفاف ، قوام طمي أو رملي منخفض المادة العضوية ، بطيئة النفاذية .
البيك (Albic)	أبيض ، أزيل منه الطين وأكاسيد الحديد ، يعلوه عادة أفق أرجيليك أوسبوديك .
كالسيك (Calcic)	كربونات كالسيوم ومغنسيوم > ١٥٪ ، سمك > ١٥٪ ، > ٥٪ كربونات كالسيوم من الأفق الذي تحته .
جيبسيك (Gypsic)	> ٥٪ جبس زيادة عن الأفق الذي تحته ، سمك > ١٥سم .
بتروكالسيك (Petrocalcic)	أفق كالسيك متلاحم سميك لا تخترقه الجذور .

● جدول (٢) أهم خواص الآفاق التشخيصية تحت السطحية (Subsurface) .

الخواص الفيزيائية والكيميائية والمورفولوجية (الظاهرة للعين بالدراسة الحقلية) والمعالم البيدولوجية الأخرى . ويوضح الجدول (٢) أهم خواص الآفاق التشخيصية تحت السطحية .

※ **أنظمة ماء الأراضي الزراعية :** وهي أنظمة تتأثر بالمناخ ، وطوبوغرافية الموقع ، ومقدرة الأراضي الزراعية على مسك الماء . فيكون الماء متاحاً لأغلب النباتات عندما يكون ممسوكاً في الأراضي الزراعية بقوة شد تقل عن ١٥ باراً (bar) ، ومع زيادة قوة الشد لأكثر من ١٥ باراً تعد الأراضي الزراعية جافة . ويوضح جدول (٣) أهم خواص أنظمة ماء الأراضي الزراعية .

※ **أنظمة حرارة الأراضي الزراعية :** تلعب حرارة الأراضي الزراعية دوراً هاماً في التفاعلات الكيميائية ، كما أنها تؤثر على نمو النبات ، والنشاطات الاحيائية في الأراضي الزراعية ، وإنبات البذور . وتقاس درجة حرارة الأراضي الزراعية على عمق ٥٠سم من سطح الأرض . ويوضح الجدول (٤) أهم خواص أنظمة حرارة الأراضي الزراعية ، مع ملاحظة أنه في الأنظمة الثلاثة الأخيرة يزيد متوسط درجة حرارة شهور الصيف بخمس درجات أو أكثر عن متوسطها في شهور الشتاء .

مثال للتصنيف

تصنف الأراضي الزراعية اعتماداً على الأسس التي سبق شرحها بدءاً بتحديد الرتبة وإنتهاء بالعائلة ، وتتميز كل رتبة بعدد من الخواص تميزها عن الرتب الأخرى بسبب التباين في طبيعة مادة الأراضي الزراعية ، ووجود أو عدم وجود آفاق تشخيصية ، ونظام ماء الأراضي الزراعية ، ويوضح جدول رقم (٥) الخصائص التشخيصية الرئيسة للرتب ، وحسب ذلك النظام فهناك عشر رتب للتربة ينتهي اسم كل واحدة منها بكلمة سول (Sol) وتعني تربة .

واستناداً على نفس الأسس يتدرج التصنيف على المستويات الأخرى حيث تحتوي كل رتبة على عدد من تحت الرتبة ، ثم عدد من المجموعات العظمى لكل تحت رتبة ، وعدد من تحت المجموعة لكل مجموعة عظمى ، وعدد من العائلات لكل تحت مجموعة ، وعدة سلاسل لكل عائلة حيث يرتبط الإسم النهائي للأراضي الزراعية المصنفة بخواص مستويات التصنيف في الرتبة المعينة .

وكمثال للتصنيف

(Typic Torriorthent Coarse Loamy Mixed Iso Hyperthermic)

وهذا يعني أن هذه الأراضي تنتمي إلى رتبة الأنتيسول وذلك في اللفظ (ent) ، وتقع في تحت الرتبة (Torrionthent) حيث توضح أنها أراضي طمية تحت نظام ماء أراضي جاف، واللفظ (Typic) يحدد تحت المجموعة ، و(Coarse Laomy) قوام مماثلة للتربة، و (Mixed) تعني خليط من المعادن، و(Isohyperthermic) تعنى نظام حرارة الأراضي .

وتبعاً لهذا النهج يمكن الوصول إلى التصنيف العلمي للتربة . غير أنه في هذا المجال يتعذر الخوض في تفاصيل كل رتبة .

النظام	أهم الخواص
أكويك(Aquic)	بيئة أكسدة واختزال بسبب الغمر بالمياه الجوفية .
أريديك (Aridic)	أراضي المناطق الجافة وشبه الجافة .
يوديك (Udic)	أراضي المناطق الرطبة .
يوستيك (Ustic)	أراضي المناطق شبه الرطبة أو شبه الجافة .
زيريك (Zeric)	أراضي مناخ البحر الأبيض المتوسط .

● جدول (٣) أهم خواص أنظمة ماء الأراضي الزراعية .

النظام	متوسط درجة الحرارة / سنة
بيرجيليك(Pergelic)	صفر مئوي .
كرايك (Cryic)	أكبر من صفر وأقل من ٨م .
فريجيد (Frigid)	أقل من ٨م .
ميزك (Mesic)	أكثر من ٨م وأقل من ١٥م .
ثيرمك (Thermic)	أكثر من ١٥م وأقل من ٢٢م .
هايبر ثيرمك (Hyper Thermic)	أكثر من ٢٢م .

● جدول (٤) أهم خواص أنظمة حرارة الأراضي الزراعية .

التصنيف الدولي للأراضي

يهدف التصنيف الدولي للأراضي (FAO/ UNISCO Soil Classification) إلى إعداد تصنيف شامل لوحدات التربة على المستوى العالمي وذلك لحصر موارد التربة العالمية عن طريق عمل خرائط ترب ذات مصطلحات موحدة تساهم في توجيه واستغلال وإدارة الأراضي . ويعد التصنيف الدولي للأراضي القاعدة الأساس

الرتبة	المعنى	الخصائص	العامل المحدد
هيستيسول (Histisol)	عضوية	وجود كمية كبيرة من المواد العضوية	طبيعة مادة التربة
فيرتيسول (Vertisol)	طينية متشققة	أراضي طينية متشققة (أراضي مقلوبة) .	
انتيسول (Entisol)	حديثة	ليست بها آفاق تشخيصية .	عدم وجود آفاق تشخيصية
انسبتيسول (Inceptosol)	أولية أو حديثة العمر	أفق كامبيك ، أفق علوي أمبريك .	وجود آفاق تشخيصية
ملليسول (Mollisol)	رخوة	أفق علوي مولليك .	
سبودوسول (Spodosol)	أراضي حمراء عضوية	أفق أسبوديك .	
الفيسول (Alfisol)	أراضي حمراء	أفق أرجيليك أو كامبك ، تشبع قاعدي عالي .	
التيسول (Ultisol)	مغسولة (Leached) نهائياً	أفق أرجيليك تشبع قاعدي منخفض .	
أوكسيسول (Oxisol)	خليط من أكاسيد الحديد والألومنيوم	أفق أكسيك	
أريديسول (Aridisol)	جافة	أرض جافة أو ملحية .	نظام ماء التربة

● جدول (٥) الخصائص التشخيصية الرئيسة للرتب .

لعمل مفتاح وحدات خريطة الأراضي الزراعية في العالم الفاو ـ يونسكو، ١٩٧٤ (Soil units For FAO/UNISCO Soil Map of the world).

وعلى الرغم من أن مفتاح خريطة الفاو ـ يونسكو كان يهدف إلى تكوين قائمة توضح موارد العالم الأرضية في خريطة ذات مقياس رسم ١ : ٥٠٠٠,٠٠٠ إلا أنه قد يتم استعماله كمخرج للتنسيق بين النظم المختلفة لتصنيف الأراضي الزراعية وتقييم الأراضي وخاصة في المقارنة بين الأنظمة المختلفة للتصنيف.

ويحتوي مفتاح خريطة الأراضي الزراعية في العالم حسب هذا النظام على ٢٨ وحدة رئيسة من الأراضي الزراعية تنقسم بدورها إلى ١٥٣ وحدة ثانوية على أساس عدة عوامل منها القوام، والميل، والمناخ، والملوحة، ومحتوى المادة العضوية ... وغيرها.

تسمية الوحدات الرئيسة

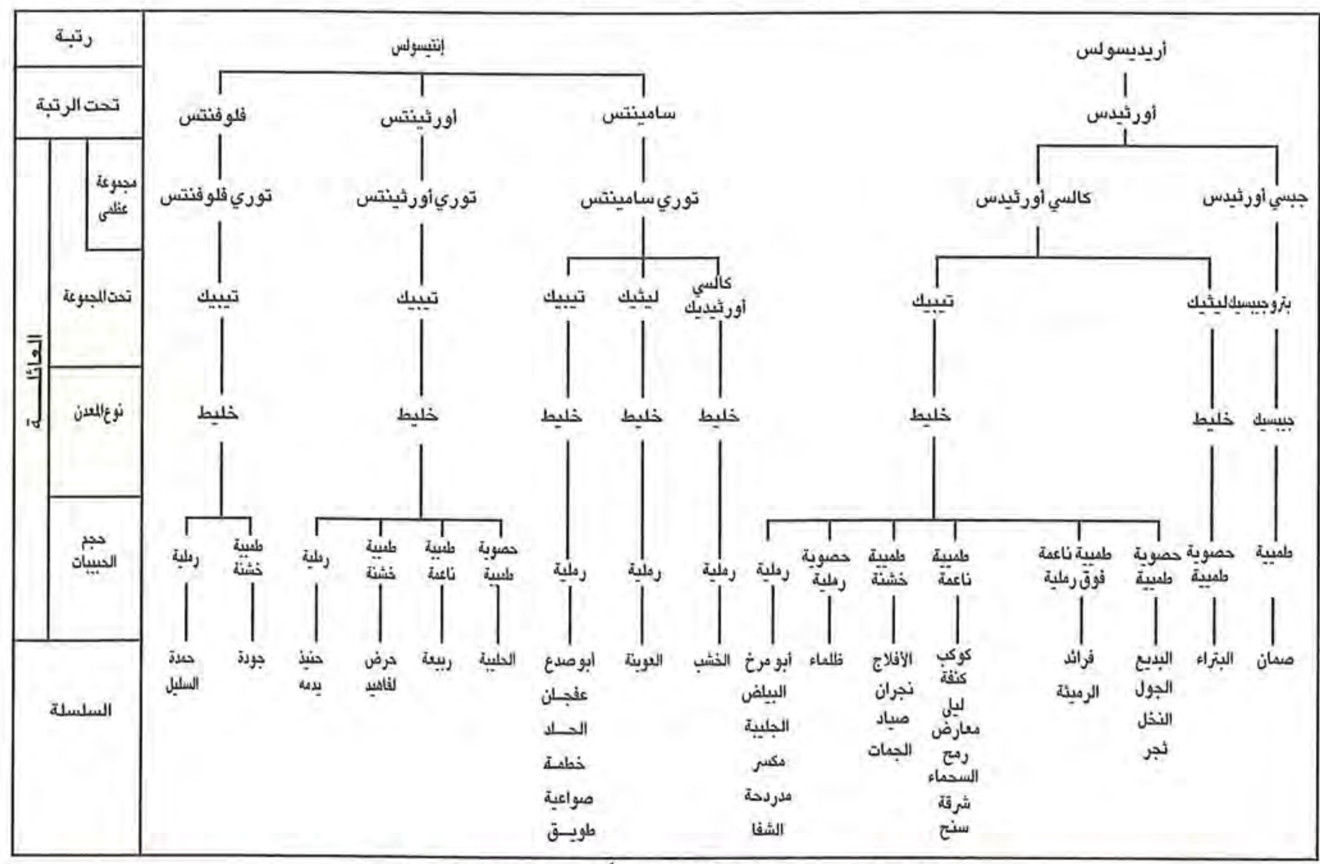
اتخذت سياسة عامة للإستفادة من أسماء الأراضي الزراعية المعروفة عالمياً في تطوير مفتاح خريطة العالم، كمثال شيرنوزم (Chernozem) ، والبودزول (Podzols) ، وبلاناسول (Planasols)، وسولنتز (Solonetz) ، وسولونشاك (Solonchak) ، وكاستونوزم (Kastonozem) ، وريجو سول (Rego Sols).

كما يتبنى مفتاح الخريطة الأسماء التي اكتسبت قبولاً في الوقت الحاضر مثال فيرتيسول (Vertisols) « الأراضي الزراعية الطينية المتشققة »، وأندوسول (Andosols) « الأراضي الزراعية البركانية »، وجلاى سول (Gleysols) « أراضي زراعية مشبعة بالمياه »، وهيستوسول (Histisols) « أراضي مواد عضوية »، وفيراسول (Ferasols) « أراضي مناطق المناخ الإستوائي الحمراء والغنية بالحديد والألومنيا.

تصنيف أراضي المملكة

تعد رتبتا الأريديسول (Aridisol) ، والأنتيسول (Entisol) الرتبتان السائدتان بالمملكة العربية السعودية، ويوضح شكل (٢) تسلسل لتصنيف الأراضي السائدة بالمملكة بدءً من الرتبة حتى السلسلة وذلك حسب نظام التصنيف الأمريكي.

تعد معظم الأراضي الزراعية بالمملكة العربية السعودية حديثة التكوين، حيث تفتقر قطاعات هذه الأراضي إلى أي نوع من خواص التطور، ويعزى ذلك لقلة الرطوبة وللتجدد المستمر للسطح بوساطة عوامل التعرية والترسيب، كما أن الأملاح الذائبة والجبس وكربونات الكالسيوم التي تنتقل بوساطة الرياح تضاف إلى الأراضي الزراعية بأسرع من عملية التخلص منها داخل القطاع غير أنه في بعض الترب المتطورة، قديمة التكوين، ذات السطح المستقر، أدت المناخات الرطبة في العصور السابقة إلى توزيع جزئي لكربونات الكالسيوم في طبقات الأرض، وقد نتج عن ذلك تركيزها في أعماق معينة بيد أن هناك مساحات صغيرة من الأراضي الزراعية المتطورة ــ تحتوى على آفاق تشخيصية ـ موزعة في جميع أنحاء المملكة. وتشتمل هذه الأراضي على الصحاري الرملية، والتلال والسفوح والحرات، والمراوح الرسوبية، والمنحدرات السفلى، والوديان، وحوض الإحساء، والسهول السطحية، والهضبة الشرقية، وأحواض مغلقة، وسهل تهامة، ومرتفعات عسير.

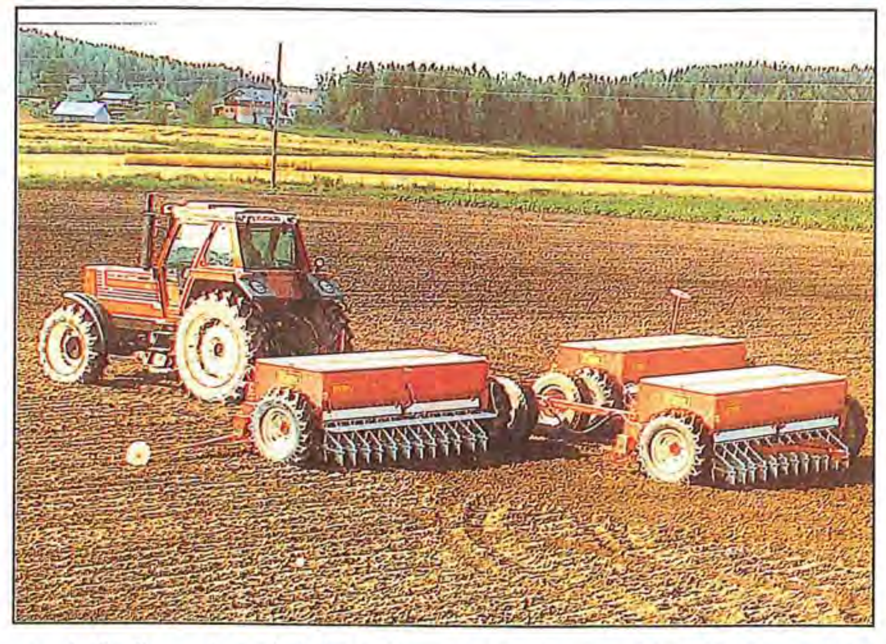


● شكل (٢) تصنيف الأراضي بالمملكة طبقاً لنظام التصنيف الأمريكي.

الخواص الفيزيائية للتربة

د. علي محمد تركي الدربي

تحتاج النباتات لنموها - بصورة عامة - إلى كل من الضوء والدعامة الميكانيكية والحرارة والماء والهواء والعناصر الغذائية . وبإستثناء الضوء فإن التربة هي التي تمد النبات كلياً أو جزئياً بباقي احتياجاته الأساسية . وبالتالي فإن دراسة خواصها المختلفة تعد ذات أهمية كبرى حتى يمكن إختيار أنسب السبل للحفاظ عليها في صورة ملائمة لنمو النبات .



تلعب الخواص الفيزيائية للتربة دوراً هاماً في التأثير على نمو النبات ، فحبيبات التربة الصلبة مثلاً - إضافة إلى أنها المخزن الرئيسي للعناصر الغذائية - تمثل الدعامة الميكانيكية التي يستند إليها النبات ، كما أن التوزيع الحجمي يتحكم في مساحة الأسطح الداخلية المطلوبة لحفظ وتوصيل الماء والعناصر الغذائية . كذلك تؤثر الصفات الميكانيكية للحبيبات على درجة تماسك التربة (مدى انضغاط التربة) وبالتالي على مقدرة البذور على الإنبات والجذور على الانتشار في التربة ، كما أن للخواص الفيزيائية الدور الكبير في تحديد درجة التهوية الطبيعية للتربة ، بالإضافة إلى تأثيرها المباشر على الصفات الحرارية للتربة. وعموماً فإن انبات البذور يتأثر بدرجة كبيرة بحرارة التربة ، كما أن نمو وانتاجية النبات تتأثر بشكل واضح بدرجة تركيز الأكسجين في التربة .

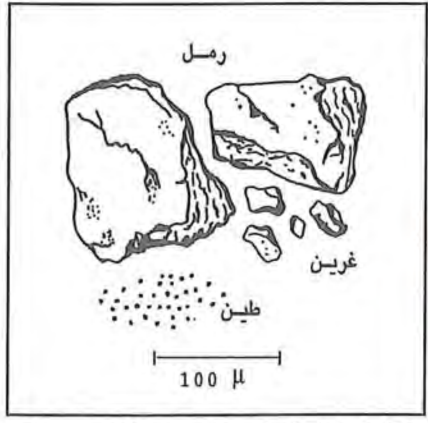
يتناول هذا المقال بعضاً من الخواص الفيزيائية للتربة من الوجهة الزراعية البحتة والتي لها علاقة مباشرة بالنبات .

قوام التربة

تعد الحبيبات الصلبة المعدنية المكون الرئيسي لجسم التربة ، وهي تشكل الدعامة الميكانيكية الأساسية والمخزن الرئيسي للعناصر الغذائية للنباتات النامية . وتتميز الحبيبات المعدنية للتربة بتباين كبير في كل من الحجم والشكل والتركيب المعدني نتيجة لإختلاف ظروف تكوينها ، ويطلق على حبيبات التربة التي يزيد قطرها عن ٢مم حصي أوفتات صخري ، أما الحبيبات التي يقل قطرها عن ٢مم فيطلق عليها ناعم التربة وذلك حسب التصنيف الذي وضع للأغراض الزراعية .

تنقسم مجموعات ناعم التربة حسب حجمها إلي رمل (Sand) ويتراوح قطره من ٢ إلى ٠,٠٢ مم حيث يتدرج من الخشن جداً ، الخشن ، المتوسط ، والناعم . ويلي ذلك الغرين (Silt) ويتراوح قطر حبيباته بين ٠,٠٢ إلى ٠,٠٠٢ مم ، أما الحبيبات التي يقل قطرها عن ٠,٠٠٢مم فيطلق عليها الطين (Clay) ، شكل (١) .

يعرف قوام التربة على أنه النسب المختلفة من حبيبات التربة الأولية (الرمل والغرين والطين) ويدل مصطلح القوام على مدى خشونة أو نعومة التربة . وهناك أثنى عشر صنفاً لقوام التربة حسب تصنيف المنظمة العالمية لعلوم الأرض ، شكل (٢) .



● شكل (١) مقارنة بين أحجام واشكال حبيبات الرمل والغرين والطين.

يمكن تجميع أصناف قوام التربة المذكورة في ثلاثة مجاميع رئيسة وذلك كما يلي :

● تربة خفيفة (خشنة) القوام

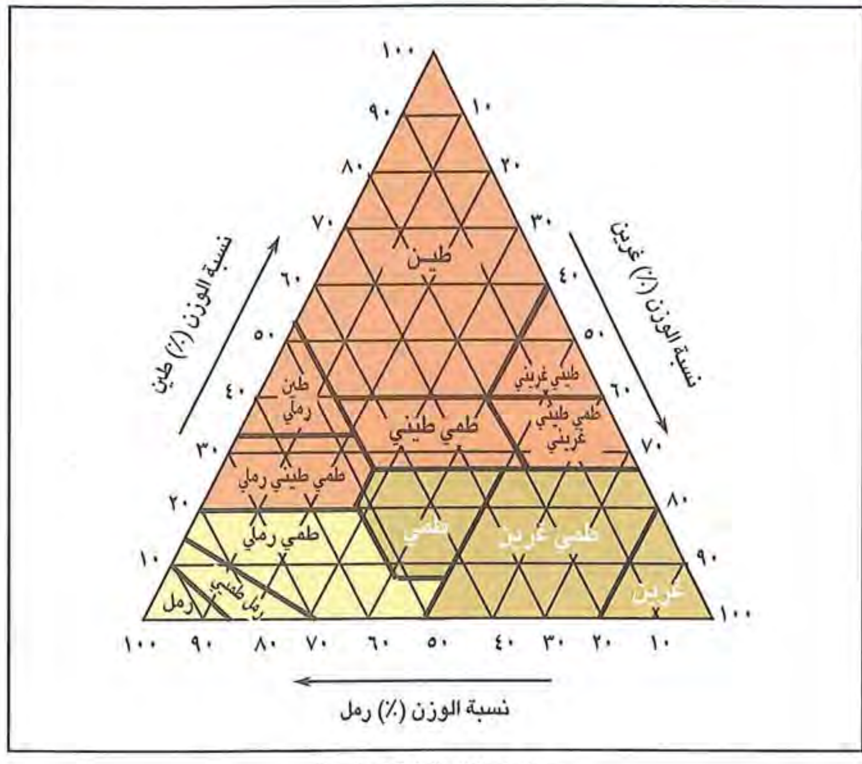
تضم التربة خفيفة القوام (Light "Coarse" Texured Soils) كلا من التربة الرملية (Sandy Soil) وهي التربة الأكثر خشونة ، تليها التربة الرملية الطميية (Loamy Sand) والتربة الطميية الرملية (Sandy Loam) والتي تعد الأقل خشونة في هذه المجموعة . تتميز الترب خفيفة القوام بكبر حجم المسامات وقلة عددها مما يجعلها قليلة القدرة على الإحتفاظ بالماء رغم تهويتها الجيدة .

● تربة متوسطة القوام

تتدرج التربة متوسطة القوام (Medium Texured Soils) من تربة طميية (Loam Soil) ، وهي الأكثر خشونة في هذه المجموعة ، تليها التربة الطميية الغرينية (Silt Loam) وأخيراً التربة الغرينية (Silty Soil) .

● تربة ثقيلة القوام

تشمل التربة ثقيلة القوام (Heavy Texured Soils) التربة التي يدخل في إسمها كلمة الطين (Clay) ، وهي تتدرج من تربة الطمي طيني رملي (Sandy Clay Loam)



● شكل (٢) مثلث قوام التربة.

وهي الأكثر خشونة في هذه المجموعة ، تليها بالترتيب من الأخف إلى الأثقل كلاً من تربة الطين الرملي (Sandy Clay) والطمي الطيني (Clay Loam) والطمي الطيني الغريني (Silty Clay Loam) والطين الغريني (Silty Clay) وأخيراً الطين (Clay) .

تتميز التربة ثقيلة القوام بمسامية عالية ولكن معظم هذا المسامات دقيقة الحجم مما يعطيها القدرة العالية على الإحتفاظ بالماء ، إلا أنه يعاب على هذا النوع من التربة أنها غير جيدة التهوية إلا في حالة التربة جيدة البناء .

بناء التربة

يعد بناء التربة أحد الخواص الفيزيائية الديناميكية للتربة ، فهو يتأثر بوضوح بالظروف الكيميائية والفيزيائية والبيئة المحيطة بالتربة ، كما يتأثر بالعمليات الزراعية . ويعرف بناء التربة بأنه نظام ترتيب الحبيبات الأولية المكونة للتربة (رمل ، وغرين ، وطين) في وحدات بنائية أساسية تسمى الحبيبات المركبة (Aggregates) . تعتمد عملية تكوين الحبيبة المركبة على الطبيعة الإلتصاقية للحبيبات الأولية المكونة للتربة ، والقوى الفيزيائية والكيميائية والحيوية التي تعمل على ربط هذه الحبيبات ببعضها البعض في كتل لها أشكال وأحجام محددة ، وقد تختلف هذه الكتل في الأحجام من جزء من السنتمتر إلى عدة سنتمترات . ويوضح الشكل (٣) أنواع البناء التي يمكن أن توجد في التربة .

يعمل بناء التربة على تعديل تأثير القوام بالنسبة للعلاقة بين الرطوبة والهواء وتيسر العناصر الغذائية ونشاط الكائنات الدقيقة والنمو الجذري للنباتات . ويمكن رصد أهمية بناء التربة بسهولة من خلال تحديد المسامية الكلية للتربة ، وأشكال الفراغات وتوزيعها الحجمي . ويتأثر البناء بعمليات الحرث والخدمة الزراعية والحركة المرورية على التربة . وتعد التربة المفككة وعالية المسامية والمنفذة للماء ـ على الأقل في طبقتها السطحية ـ من أحسن الترب لأنها تضمن تهيئة المناخ الملائم لإنبات ونمو بادرات النبات بصورة أفضل . وتزداد أهمية معرفة بناء التربة في الترب ثقيلة القوام لأن البناء الجيد يحسن من الصفات الفيزيائية في مثل هذه الترب .

ولضمان انتاجية عالية للتربة يمكن تحسين بناء التربة من خلال المحافظة على بناء ذو تحبب جيد ومسامية مناسبة وتهوية جيدة وصرف جيد . ويتطلب ذلك بعض الأساليب الزراعية التي تعمل على تحسين البناء ومنع تدهوره مثل : ـ

١ـ التسميد العضوي المنتظم بكميات تتناسب مع معدل تحلل المادة العضوية وذلك لما لها من أهمية في ثبات الحبيبات المركبة وبالذات في المناطق الجافة مثل ترب المملكة لقلة المادة العضوية بها .

٢ـ اتباع دورات زراعية تدخل في عناصرها المحاصيل البقولية وتدية الجذور وكذلك المحاصيل ذات الجذور المختلفة الأعماق .

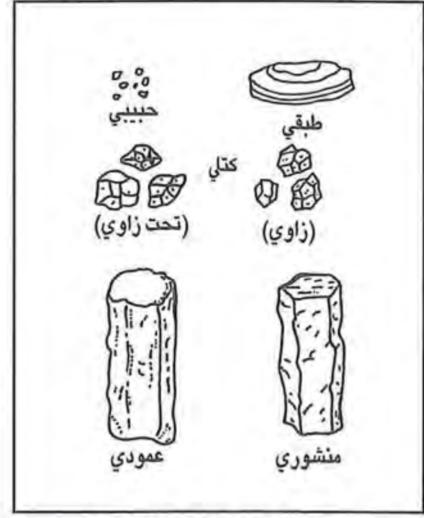
٣ـ التسميد الخضري عن طريق قلب المحاصيل في التربة وخاصة البقولية منها .

٤ـ إضافة محسنات التربة ومركبات الإستصلاح المعروفة مثل الجبس والمركبات العضوية التي تحاكي المركبات الطبيعية الناتجة من تحلل المادة العضوية في تأثيرها الإيجابي على بناء التربة .

٥ـ ترشيد استخدام الآلات الزراعية واختيار الأكثر ملائمة منها لقوام التربة وإجراء العمليات الزراعية (الحراثة) في أفضل الأوقات مع مراعاة محتوى التربة الرطوبي ، وذلك لأنها قد تؤدي إلى تحطيم البناءات المرغوبة وتكوين بناءات غير مرغوبة وتجنب الحرث المتكرر على أعماق ثابته .

لون التربة

اللون هو صفة ظاهرية للتربة قد يعكس فقط بعض خواصها وعمليات تكوينها



● شكل (٣) أشكال بناء التربة.

وليس له دلالة على قوام التربة أو بنائها أو حالتها الفيزيائية العامة إلا في إطار الخبرة والممارسة العملية بموقع معين ولون محدد. ومن مسببات اللون المادة العضوية التي تضفي على سطح التربة اللون الداكن الأسود أو الرمادي، وأكاسيد الحديد التي تعطي اللون الأحمر والأصفر بحسب نسبه المختلفة، كما أن أكاسيد المنجنيز وكبريت الحديد تضفي اللون الداكن، وقد يعطي لون التربة كذلك دلالة على ظروف صرف وتهوية التربة، فنجد أن اللون الفاتح يدل على التهوية الجيدة، بينما يدل اللون الرمادي المزرق أو المخضر على ظروف صرف سيئة. وعموماً يستخدم لون التربة ودرجته كخاصية ظاهرية تساعد المختصين - في تصنيف التربة - على استخلاص معلومات عن الظروف المتعلقة بتكوين التربة وتطور آفاقها.

المسامية

تتميز مسام (فراغات) التربة بنظام هندسي معقد نظراً لاختلاف حبيباتها في الحجم والشكل والانتظام وميل بعضها للانتفاخ والانكماش والحركة والهجرة عبر قطاع التربة، الأمر الذي يؤدي إلى تباين مسامات التربة وأشكالها وأبعادها وتعرجها واستمرارية اتصالها من موقع لآخر ومن تربة لأخرى.

وتعرف مسامية التربة على أنها حجم المسام النسبي. وذلك لوصف نظام الفراغات في التربة، وقد تكون هذه المسامات مشغولة بالماء أو الهواء أو كليهما، وتتراوح قيمتها بين ٣٠ ـــ ٦٥٪ من حجم التربة، حيث تميل التربة خشنة القوام إلى أن تكون أقل مسامية من التربة ناعمة القوام بالرغم من أن متوسط حجم المسامات الفردية أكبر في الترب الخشنة عنه في الترب ناعمة القوام، وبصورة عامة يوجد في التربة ثلاث أنواع من المسام هي :-

● مسامات دقيقة جداً

تنتج المسامات الدقيقة جداً (Micropores) من حبيبات التربة الأولية الدقيقة (الطين) وتعرف أيضاً بالمسامات الشعرية التي يقل قطرها عن ١٠,٠ ميكروميتر، مما يجعلها تحبس الماء والهواء بداخلها، عليه لابد للنبات من بذل جهد (طاقة) للحصول على احتياجاته المائية والهوائية منها، وتعد هذه المسامات مسؤولة بالدرجة الأولى عن حفظ الماء، كما أنها تعيق حركته داخلها لتقتصر على الخاصية الشعرية.

● مسامات متوسطة

تنتج المسامات المتوسطة (Mesopores) عن تجمع حبيبات التربة المركبة الصغيرة إلى متوسطة الحجم، ويتراوح قطرها بين ١,٠ إلى ١٠٠ ميكروميتر.

● مسامات كبيرة

تنتج المسامات الكبيرة (Macropores) عن تجمع حبيبات التربة المركبة الكبيرة أو حبيبات الرمل ويتجاوز قطرها ١٠٠ ميكروميتر. وهي قد تنتج عن قنوات الديدان الأرضية وغيرها. وتعد هذه المسامات غير حافظة للماء إطلاقاً حيث يتحرك الماء فيها بسرعة تحت فعل الجاذبية الأرضية.

وعموماً تلعب أشكال وأقطار هذه المسامات دوراً رئيسياً في حركة الهواء والماء في التربة، بينما تلعب المسامات الكلية دوراً أقل بكثير، لذا يلاحظ أن حركة الماء والهواء في الترب الرملية أسرع منها في الترب الطينية على الرغم من أن مسامية التربة الطينية أعلى من مسامية التربة الرملية. وقد يعزى ذلك إلى أن نسبة المسامات الكبيرة عالية في الترب الرملية، بينما تسود المسامات الدقيقة في التربة الطينية مما يجعل حركة الماء بطيئة جداً في هذه الترب. وهذا يعني أن معرفة المسامية الكلية ليس له أهمية في التعرف على مدى تهوية الترب وحرية حركة الماء والهواء والجذور، وأن معرفة التوزيع الحجمي لهذه المسامات هو الذي يلعب دوراً كبيراً في هذا الخصوص، وبالتالي فإن تحسين النظامين الهوائي والمائي للتربة الثقيلة (الناعمة) القوام يتطلب العمل على رفع نسبة المسامات الكبيرة فيها.

كثافة التربة

يمكن التعبير عن كثافة التربة بمصطلحين رئيسيين هما الكثافة الحقيقية والكثافة الظاهرية للتربة، وتعرف الكثافة الحقيقية للتربة على أنها كتلة وحدة الحجم من المادة الصلبة. وهذه لا تتأثر بنظام ترتيب حبيبات التربة، ولكنها تتأثر بمكونات التربة المعدنية، ونظراً لأن غالبية المعادن في التربة هي من الكوارتز والفلدسبار والطين فإن قيمة الكثافة الحقيقية للتربة تتراوح بين ٢,٦ - ٢,٧ جم/سم^{٣}. وتعمل المادة العضوية على خفض الكثافة الحقيقية للتربة حتى تصل إلى ٢,٤ جم/سم^{٣} للترب التي تصل نسبة المادة العضوية فيها إلى ١٠٪.

تعرف الكثافة الظاهرية للتربة على أنها كتلة التربة الجافة تماماً (عند ١٠٥م° حتى ثبات الوزن) إلى الحجم الكلي للتربة، وتؤثر الكثافة الظاهرية بشكل مباشر على عملية النمو والإنتاج النباتي عبر تأثيرها على الأنظمة المائية والهوائية والحرارية في التربة، فالكثافة الظاهرية لها دور مؤثر على قيمة التوصيل الهيدروليكي للماء والإنتشار الغازي والتوصيل الحراري داخل التربة، وتتأثر بقوام التربة، وبمحتواها العضوي وبنائها وشكلها، كما تتأثر بالعمليات الزراعية المختلفة ودرجة تراص حبيبات التربة واندماجها والإنتشار الجذري وكثافته، اضافة إلى ظاهرتي الإنتفاخ والإنكماش لمعادن الطين بالتربة. وتتراوح الكثافة الظاهرية للترب الرملية بين ١,٢ - ١,٨ جم/سم^{٣} نظراً لقلة الحجم الكلي للمسامات، بينما تتراوح الكثافة الظاهرية للتربة المتوسطة إلى ناعمة القوام بين ١,٠ - ١,٦جم/سم^{٣} تبعاً لنسبة المسامات فيها ومحتواها من المادة العضوية.

وعموماً تعد الكثافة الظاهرية للطبقات التحتية أعلى منها للطبقات السطحية، ويعزى ذلك إلى انخفاض محتوى الطبقات التحتية من المادة العضوية وانخفاض درجة تحببها وزيادة الضغوط الواقعة عليها، مما يزيد من اندماجها وتراصها وبالتالي ارتفاع كثافتها الظاهرية.

تؤخذ قيمة الكثافة الظاهرية للتربة في أحيان كثيرة كمؤشر على درجة تراص التربة واندماجها وحالة بنائها الحقلي وعلى مساميتها ونظامها الهوائي. فقد ينخفض الإنتاج الزراعي نتيجة لإرتفاع الكثافة الظاهرية للتربة بسبب استخدام الآليات الزراعية الثقيلة التي تتجاوز أوزانها ١٥ طناً.

هواء التربة

يشكل هواء التربة أحد أطوارها والذي يتصف بعدم الثبات حجماً وتركيباً، فهو

يتغير تبعاً لرطوبة التربة والنشاط الحيوي والظروف الحيوية المحيطة والعمق ، ويملأ الهواء مسامات التربة الفارغة فتنخفض قيمته مع ازدياد المحتوى الرطوبي إلى أن ينعدم وجوده في حالة التشبع المائي للتربة . وتهوية التربة (Soil Aeration) هي عبارة عن عملية التبادل الغازي للأكسجين (O_2) وثاني أكسيد الكربون (CO_2) مع الهواء الجوي إضافة إلى الغازات الأخرى الموجودة في الجو مثل النيتروجين وبعض الغازات الأخرى الناتجة عن النشاط الحيوي .

ويعد هواء التربة وخاصة غاز الأكسجين عاملاً مؤثراً في نمو النباتات ، وينعكس تأثيره على الإنتشار الجذري ، وعملية امتصاص الماء والعناصر الغذائية ، إضافة إلى النشاط الحيوي في التربة ، وتحولات الطاقة بها ، وأكسدة العديد من المركبات والعناصر المعدنية فيها ، والتي تؤثر في مجملها على خصوبة التربة وانتاجيتها .

ويتوقف تركيب هواء التربة على سرعة عملية التبادل الغازي بين الهواء الجوي (الخارجي) وهواء التربة . ففي التربة جيدة التهوية مثلاً يكون تركيب هواء التربة قريباً من تركيب الهواء الجوي الخارجي حيث يستبدل الأكسجين المستهلك في التربة نتيجة للنشاط الحيوي بسرعة من الجو . أما في حالة التربة رديئة التهوية فيختلف الأمر لاختلاف تركيب هواء التربة عن تركيب الهواء الخارجي . وتنشأ الاختلافات الكبيرة في تركيز ثاني أكسيد الكربون (CO_2) الذي يعد الناتج الرئيسي من عملية التنفس الهوائي لجذور النباتات والعديد من الكائنات الحية في التربة ، حيث يصل تركيزه في التربة من عشر أضعاف إلى مائة ضعف تركيزه في الجو .

حرارة التربة

تلعب حرارة التربة وتغيراتها — زمانياً ومكانياً — دوراً هاماً في تحديد معدلات واتجاهات العمليات الفيزيائية للتربة وتحولات الطاقة والكتلة وتبادلها مع الجو عبر عمليات التبخر والتهوية ، كما تتحكم درجة الحرارة في أنواع ومعدلات التفاعلات الكيميائية التي تحدث في التربة ، ويضاف إلى ذلك تأثير درجة حرارة التربة على العمليات الحيوية مثل انبات البذور وظهور البادرات ونموها ، والنمو الجذري ، ونشاط الأحياء الدقيقة . حيث أن لكل نبات درجة حرارة تربة دنيا لا بد من الحصول عليها لحدوث مثل تلك الأنشطة .

وتتأثر حرارة التربة بسرعة بسبب التغيرات في عمليات التبادل الإشعاعي والحراري ، والطاقة الكامنة التي تحدث عبر سطحها . كما تتأثر بتغير الزمن فصلياً ويومياً ومن ساعة إلى أخرى نهاراً وليلاً ، ويتأثر هذا التغير بدوره مكانياً عبر قطاع التربة مما يؤثر على الخواص الفيزيائية المختلفة للتربة ، مما يجعل دراسة النظام الحراري للتربة أمراً بالغ التعقيد .

ويمكن ايجاز العوامل التي تؤثر على حرارة التربة ونظامها الحراري في التالي :

- تأثير العوامل الجوية من رطوبة ورياح وغيوم وساعات إضاءة .
- الموقع الجغرافي وتضاريس الأرض .
- ظروف تغطية السطح ونوع الغطاء وكثافته .
- خواص التربة الفيزيائية ومكوناتها المعدنية .

أما العوامل التي تؤثر في تباين حرارة التربة من نقطة لأخرى فيها ، فيمكن حصرها بالنقاط التالية :-

- التبادل الحراري مع الهواء المحيط بحبيبات التربة .
- التبادل الحراري مع الوسط عن طريق الإشعاع .
- العمليات الفيزيائية والكيميائية والحيوية التي تجري في التربة .
- التدفق الحراري داخل التربة نفسها بواسطة التوصيل الحراري .

ماء التربة

يلعب الماء دوراً أساسياً في التربة ونمو النباتات ، وللماء عدة مهام في التربة منها أنه ضروري ومهم لعمليات التجوية ، وتحلل المواد العضوية ، والتفاعلات الكيميائية التي ينتج عنها توفر العناصر الغذائية التي يحتاج إليها النبات في نموه ، ويعد ماء التربة وسطاً ملائماً لحركة العناصر الغذائية من منطقة نشوئها إلى جذور النباتات ، ولكن في المقابل فإن كثرة الماء في التربة تؤدي إلى فقد العناصر الغذائية عن طريق غسلها خارج منطقة الجذور ، كما تؤدي إلى الحد من حركة الهواء خلال التربة مما يؤدي إلى حرمان النبات من الأكسجين المطلوب لنمو الجذور، إضافة لذلك فإن تحرك الماء إلى سطح التربة نتيجة لزيادة نسبة البخرنتح (Evapotranspiration) يؤدي إلى تحرك الأملاح إلى سطح التربة وتراكمها بنسب قد تكون عالية تؤثر على نمو النبات. كما أن للماء تأثير على بعض الخواص الميكانيكية للتربة مثل الخواص التماسكية وصلاحيتها للحرث .

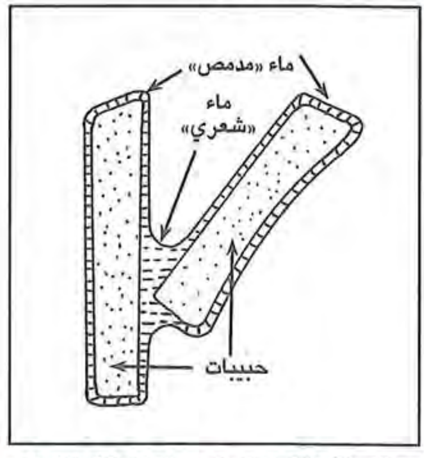
ويمكن تصنيف ماء التربة إما على أساس الدرجة النسبية لقدرة التربة على الإحتفاظ بالماء وإما على أساس درجة استفادة النبات من الماء (العلاقة بالنبات) وذلك كما يلي :-

● العلاقة بالتربة

وضع هذا التصنيف لمراعاة قدرة التربة على الإحتفاظ بالماء وقدرة النبات على أخذ ذلك الماء والذي يتأثر مقداره - بدرجة رئيسة - بقوام التربة وبنائها ونسبة المادة العضوية ، وحسب ذلك التصنيف تختلف مقدرة التربة على الاحتفاظ بالماء بإختلاف مواضع تماس الماء بحبيبات التربة وذلك كمايلي :-

١ - ماء الجذب (Gravitational Water) :
وهو الماء الذي يوجد بالمسامات الكبيرة بعد غمر التربة بالماء ويتحرك تحت تأثير الجاذبية الأرضية ، ومن الوجهة الزراعية يجب التخلص منه لأنه يؤدي إلى خنق النبات.

٢ - الماء الشعري (Capillary Water) :
وهو الماء الموجود في المسامات الدقيقة للتربة أي ما يسمى بالمسامات الشعرية (Capillary Pores) ، وهو في صورة أغشية رقيقة محيطة بحبيبات التربة ، شكل (٤) ، ويعد معظم هذا الماء متاحاً للنباتات حيث يمكن إمتصاصه والإستفادة منه .



● شكل (٤) علاقة ماء التربة بحبيبات التربة غير المشبعة.

٣ـ الماء الهيجروسكوبي (Hygroscopic Water) : وهو عبارة عن الطبقات الداخلية من الأغشية المائية المحيطة بحبيبات التربة وقد يصل سمك هذه الأغشية إلى حوالي ١٥ – ٢٠ جزيئاً مائياً ممسوكة بقوة كبيرة تزيد عن ٣٠ باراً الأمر الذي يصعب على جذور النبات امتصاصه ، ولهذا فهو غير ميسر .

● العلاقة بالنبات

يمكن تصنيف ماء التربة من الوجهة الحيوية الزراعية حسب مدى استفادة النبات من هذا الماء إلى أربعة اصناف وذلك كما يلي :

١ـ السعة الحقلية (Field Capacity -FC) : وهي عبارة عن المحتوى الرطوبي للتربة بعد صرف ماء الجذب (الماء الحر) ، ويمكن أن تقاس السعة الحقلية معملياً عند ١,٠ – ٣٣,٠ بار (ضغط جوي) تبعاً لقوام التربة ، وتعد السعة الحقلية هي الحد الأقصى من الماء الذي تحتفظ به التربة ، ليستفيد منها النبات .

٢ـ نقطة الذبول الدائم (Permanent Wilting Point - PWP) : وهي عبارة عن المحتوى الرطوبي للتربة التي عندها لا تستطيع التربة تزويد النبات بالماء للمحافظة على امتلاء خلاياه مما يعرضه إلى حالة الذبول الدائم ، والتي لايمكن أن يسترد النبات بعدها امتلاءه حتى وإن وضع في جو مشبع ببخار الماء . وتعد نقطة الذبول الدائم الحد الأدنى من الرطوبة التي يمكن للنبات الإستفادة منه . وهي تقاس معملياً عند ضغط ١٥ بار (ضغط جوي) .

٣ـ الماء الميسر (Available Water) : وهو الفرق بين المحتوى الرطوبي عند السعة الحقلية والمحتوى الرطوبي عند نقطة الذبول الدائم . وهو عبارة عن مخزون التربة من الماء الذي يمكن أن يستخدمه النبات بكل يسر وسهولة . وعلى الرغم من أن جميع هذا الماء ميسراً للنبات إلا أن النباتات تحتاج إلى بذل طاقة أكبر للإستفادة منه كلما انخفضت كميته ، وعليه فإن هناك قاعدة عامة تقضي بضرورة ري التربة عند استنفاد حوالي ٥٠٪ من الماء الميسر.

٤ـ الماء غير الميسر (Unavailable Water) : ويقصد به الماء الموجود في التربة والذي يعجز النبات عن امتصاصه ويشمل الماء الهيجروسكوبي وجزء من الماء الشعري .

يوضح الشكل (٥) العلاقة العامة بين الخواص الرطوبية للتربة وقوامها . ويلاحظ من الشكل أن قيم رطوبة التربة عند نقطة الذبول الدائم تزداد بازدياد نعومة التربة ، وأن قيم الرطوبة عند السعة الحقلية تزداد كذلك بإزدياد نعومة التربة حتى يصل قوام التربة إلى طمي غريني (متوسط القوام) ولا تحدث بعد ذلك زيادة مهما ازدادت نعومة التربة . ويجب التنبيه إلى أن الشكل (٥) هو مجرد شكل تمثيلي ولربما تكون قيم الرطوبة لتربة ما مختلفة عن ما هو في الشكل .

حركة الماء في التربة

يدخل الماء إلى التربة إما عن طريق تسرب ماء المطر أو ماء الري ، ويخرج منها عن طريق الصرف ، والتبخر من سطح التربة والنتح من خلال ثغور النبات ، ويعد الماء في التربة في حركة مستمرة تبعاً لفروق القوى الواقعة عليه في مناطق التربة المختلفة . وتتم هذه الحركة في جميع الإتجاهات من أعلى إلى أسفل وإلى الجوانب (حركة أفقية) ومن أسفل إلى أعلى تبعاً لتأثير القوى المحركة له .

وتنبع أهمية دراسة حركة ماء التربة من أن جميع العلاقات المتبادلة بين التربة والماء والنبات تعتمد عليها . ويمكن لماء التربة الاحتواء على طاقة ، مثله مثل الأجسام الأخرى في الطبيعة . وتأخذ طاقة الماء في التربة شكلين هما :ـ

● طاقة حركية

يعد هذا الشكل من الطاقة غير ذي أهمية من الناحية الزراعية لإن حركة الماء في التربة بطيئة جداً، وعليه يمكن أهمال هذا الشكل من الطاقة .

● طاقة كامنة

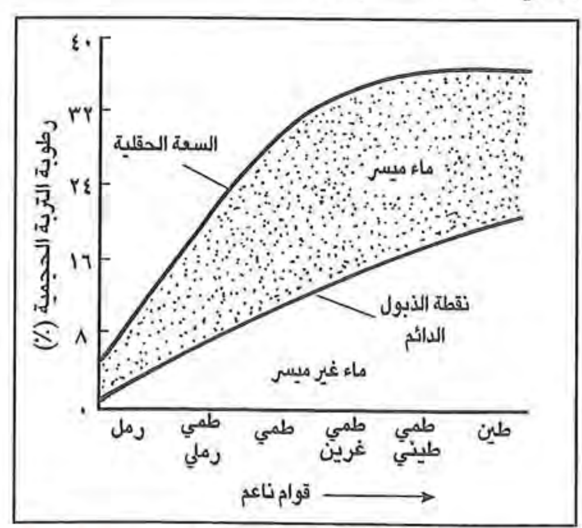
ينتج هذا الشكل من الطاقة عن الحالة التي يكون فيها الماء بين ذرات التربة (حركة الماء الداخلية) وحولها. ويعبر هذا الشكل من الطاقة على مدى تماسك ذرات الماء بالتربة .وبما أن النبات يحتاج إلى امتصاص الماء من التربة فلابد من توفر طاقة أكبر من طاقة تماسك ذرات الماء بالتربة . ومن هنا نشأ مفهوم جهد ماء التربة (Soil Water Potential) وهو عبارة عن الضغط اللازم لتحرير (سحب) الماء من التربة لجعله متاحاً للنبات ، ولإن عملية سحب الماء من التربة تتأثر بقوى مختلفة مثل : الجاذبية الأرضية ، والضغط الهيدروستاتيكي ، وقوى انجذاب الماء في القنوات الشعرية ، وغيرها ، فإن جهد ماء التربة يحسب على أنه مجموع الجهد الناتج عن تلك القوى ولذلك فإن مكوناته تنحصر فيما يلي :ـ

*** جهد الجاذبية (Gravitational Potential):** وهو الجهد الناتج عن الجاذبية الأرضية .

*** جهد الضغط (Pressure Potential) :** وهو الجهد الناتج عن الضغط الهيدروستاتيكي ويكون له قيمة في الترب المشبعة فقط .

*** الجهد الماتري (Matric Potential) :** ويطلق عليه ايضاً الضغط السالب . وهو ناتج عن التصاق ماء التربة بحبيباتها في القنوات الشعرية . وبما أن هذا النوع من الماء يحتاج إلى جهد لسحبه وجعله متاحاً للنبات فإن قيمة هذا الجهد تزداد بازدياد جفاف التربة ، وكذلك بازدياد نسب الطين فيها .

*** الجهد الاسموزي (Osmatic Potential) :** وينتج عن وجود الأملاح في التربة ، وهو جهد ليس له تأثير على حركة الماء في التربة في صورته السائلة ولكنه ذو تأثير فاعل على مقدرة النبات في امتصاص الماء وعلى تبخر الماء من التربة .



● شكل (٥) العلاقة العامة بين الخواص الرطوبية للتربة وقوامها.

مما يجدر ذكره أن مجموع الجهود لحركة ماء التربة يطلق عليها ايضاً الجهد الهيدروليكي (Hydraulic Potential) ، وأن حركة الماء وسرعتها من نقطة إلى أخرى تعتمد على فرق الجهد الهيدروليكي بين النقطة والأخرى والمسافة بينهما ، ويتم ذلك باتجاه الجهد المنخفض وتزداد السرعة كلما قلت المسافة بين النقطتين .

تحسين الخواص الفيزيائية

يمكن تحسين الخواص الفيزيائية للتربة لضمان إنتاجية عالية لها من خلال المحافظة على بناء ذو مسامية مناسبة وتحبيب وتهوية وصرف جيد في نفس الوقت، ويتطلب ذلك بعض الأساليب الزراعية التي تعمل على تحسين البناء ومنع تدهوره مثل :-

● التسميد العضوي

يعمل التسميد العضوي بكميات تتناسب مع معدل تحلل المادة العضوية على ثبات الحبيبات المركبة وبالذات في الترب الجافة مثل المملكة لقلة المادة العضوية . ويتم التسميد العضوي من خلال اضافة مخلفات حيوانات المزرعة وبقايا المحاصيل ، وخلطها مع التربة السطحية ، وكذلك بقلب المحاصيل وخاصة البقولية منها مع التربة . وتعد هذه الطريقة وسيلة تقليدية لتحسين بناء الترب الرملية الصحراوية ولما ينجم عنها من تحسين قدرتها على الاحتفاظ بالماء والعناصر الغذائية ، وهي كذلك الطريقة التقليدية لتحسين الترب الجيرية الصحراوية بقصد التخلص من القشرة السطحية المتصلبة والتي تؤدى إلى الحد من دخول الماء والهواء إلى قطاع التربة .

● الدورات الزراعية

تعمل الدورات التي تدخل في عناصرها المحاصيل البقولية وتدية الجذور وكذلك المحاصيل ذات الجذور مختلفة الأعماق على تفكيك التربة المندمجة وبالتالي خفض كثافتها الظاهرية مما يحسن من حركة الماء والهواء في قطاع التربة .

● الاستصلاح بالكالسيوم

يعمل أيون الكالسيوم — بسبب مقدرته على تجميع حبيبات التربة وتكوين حبيبات مركبة ـ على تكوين بناء جيد للتربة مما يتيح توزيع جيد لمسامات التربة ، وبالتالي تسهل حركة الماء والهواء داخل التربة . وعلى العكس من ذلك يعمل أيون الصوديوم على تدهور الصفات الفيزيائية للتربة عن طريق تشتتها (Dispersion) لحبيبات صغيرة لها بناء رديء يعيق حركة الماء والهواء فضلاً عن زيادة كثافتها الظاهرية . ويهدف الاستصلاح بالكالسيوم إلى إحلاله محل الصوديوم الموجود على أسطح حبيبات الطين وهو ما يعرف بالتبادل الايوني بين الصوديوم والكالسيوم .

يمكن لأيون الكالسيوم (ثنائي التكافؤ) أن يحل محل أيونين من الصوديوم ، ويتم التبادل الأيوني بين الكالسيوم والصوديوم عن طريق اضافة الجبس ($CaSO_4 . 2H_2O$) الزراعي أو اضافة مواد حمضية — مثل حامض الكبريت أو كبريتات الحديد ـ تعمل على تزويد التربة بالكالسيوم ليسهل تبادله مع الصوديوم .

● محسنات التربة الصناعية

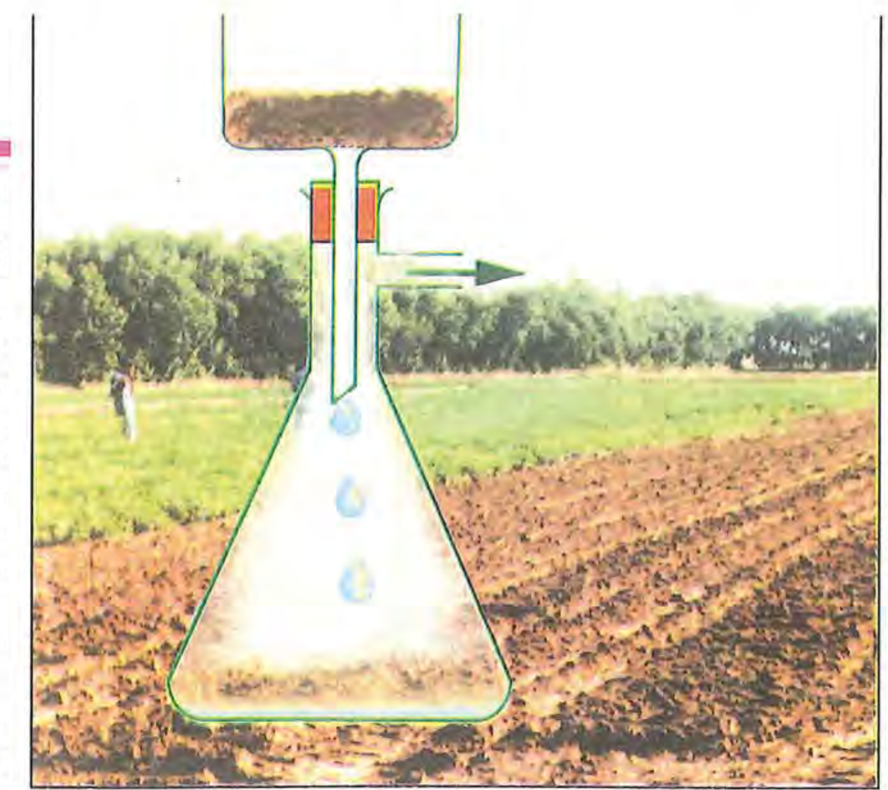
محسنات التربة الصناعية (Synthetic Conditioners) هي مركبات عضوية تحاكي في تأثيرها الإيجابي للمركبات الطبيعية الناتجة من تحلل المادة العضوية في التربة . تتميز المحسنات الصناعية بقدرتها على مقاومة التحلل الميكروبي بدرجة أكبر من المواد العضوية الطبيعية ، وبالتالي هناك ضمان لبقائها في التربة لمدة أطول. وتقوم المحسنات الصناعية على اختلاف أنواعها بربط الحبيبات بعضها ببعض لتكوين حبيبات مركبة . وهي عبارة عن بوليمرات ذات سلاسل طويلة ذات شحنة سالبة أو موجبة أو غير مشحونة ، وهي إما ذائبة أو في صورة مستحلبات أو في صورة حبيبات ذات أحجام مختلفة . وقد أظهرت العديد من الدراسات أن المحسنات تعمل على زيادة قدرة التربة الرملية على الإحتفاظ بالماء ، وتخفض من معدل التسرب المائي ، وتقلل من البخر ، وتزيد من تحبب التربة. وتعمل المحسنات بطبيعتها على تمدد وانتفاخ التربة مما يؤدي إلى انخفاض الكثافة الظاهرية للتربة . ويعد المعدل المناسب اضافته من هذه المحسنات على درجة كبيرة من الأهمية ، حيث أنه كلما زاد معدل الإضافة زادت درجة تأثر بعض الصفات الفيزيائية إلى درجة معينة قد يحدث بعدها تأثير عكسي . وهنا يجب الإشارة إلى أن اسعار هذه المحسنات عالية جداً ، لذلك فإن إستخدامها في الحقول المفتوحة قد لا يكون مجدياً اقتصادياً في الوقت الحاضر . إضافة إلى أن الكثير منها يفقد قدرته على الإحتفاظ بالماء مع استخدام المياه عالية الملوحة .

● التغطية

تلعب تغطية (Mulching) سطح التربة بمواد مثل بقايا المحاصيل من الموسم السابق ، الرمل ، الحصي ، الأغطية البلاستيكية سوداء أو بيضاء أو شفافة دوراً هاماً في تدفئة أو تبريد التربة حسب الموسم وكذلك تقليل البخر من سطح التربة مما يزيد من رطوبته ، وللتغطية دور رئيسي في حماية سطح التربة من التأثير التدميري لقطرات المطر على حبيبات التربة المركبة ، وبالتالي المحافظة على تجمعات بنائية جيدة بسطح التربة مما يزيد من كمية الماء الداخلة إليها . علاوة على ذلك فإن التغطية ببقايا المحاصيل تحد من الإنجراف المائي للتربة وتقلل من التعرية .

● الحرث

يعرف الحرث على أنه المعاملة الميكانيكية للتربة بهدف تحسين خواصها المؤثرة على انتاجية النباتات . ومن ضمن الأهداف الرئيسة للحرث تحسين بناء التربة وتقليل كثافتها الظاهرية والذي بدوره يحسن من النظام المائي والهوائي للتربة . ويعمل الحرث على أعماق مختلفة على إيجاد حالة فيزيائية أفضل ، لأن الحرث المتكرر على أعماق ثابتة يؤدي إلى نشوء طبقة تحتية ذات بناء رديء تحد من حركة الماء والهواء والجذور إلى الأعماق . وتتأكد أهمية الحرث في الترب ثقيلة القوام والترب الجيرية ذات الطبقات المتصلبة القريبة من سطح التربة . ويؤدى زيادة الحرث عن الحد اللازم ، علاوة على الجهد المبذول فيه إلى تعريض التربة للتعرية سواء بالماء أو الرياح ، وعلى كل فإن هناك اتجاهات حديثة للحرث تعرف بالحراثة المخفضة (Reduced Tillage) أو الحراثة المحدودة (Minimum Tillage)، ويقصد بذلك أقل معالجة للتربة تؤدي إلى زراعة وانبات ونمو وإنتاج مرضي للنباتات ، أي أنه يمكن دمج أكثر من عملية زراعية في عملية واحدة والحد من عدد مرات الحرث في الموسم الزراعي الواحد إلى حد تحضير مرقد البذرة فقط ، وتعد هذه الحالة القصوى من اختصار الحرث ويطلق عليها بدون حرث (No Tillage) .



الخواص الكيميائية للأراضي الزراعية

د. محمد سليمان عبد الله السويلم

ينبع مفهوم كيمياء الأراضي الزراعية (التربة) من دراسات الخواص الكيميائية لمكوناتها المعدنية والعضوية، وتأثير تلك المكونات على خواصها، ومن ثم تأثيرها على نمو النبات مباشرة من خلال تأثيرها على محلول التربة (ماء التربة)، ومدى توفر العناصر الغذائية الضرورية للنبات، كذلك قد يكون للخواص الكيميائية للأراضي الزراعية تأثير غير مباشر على نمو النبات من خلال التأثير على الخواص الفيزيائية (التهوية، نفاذية الماء، ...إلخ)، والتي بدورها تؤثر على نمو النبات في التربة.

أدى استغلال الأراضي الزراعية عبر السنين (بعض الأحيان)، أو بسبب الظروف المناخية إلى بروز كثير من المشاكل، مما يؤكد على الدور الذي يمكن أن تلعبه كيمياء التربة (مع علوم التربة الأخرى) في علاج بعض تلك المشاكل في الترب الزراعية.

معادن التربة

تمثل التربة وسط النمو للنباتات لأنها تمدها بالماء والعناصر الغذائية الضرورية وتعمل على تثبيتها في الأرض (تثبيت أو مسك النبات في التربة). وبوجه عام تم اكتشاف ستة عشر عنصراً أساسياً لنمو النبات تأتي ثلاثة منها (الأكسجين، الكربون، الهيدروجين) من الماء والهواء. أما الثلاثة عشر عنصر الباقية فمصدرها التربة، وتقسم إلى ستة عناصر كبرى يحتاج إليها النبات بكميات كبيرة هي: النيتروجين، الفوسفور، البوتاسيوم، الكالسيوم، المغنيسيوم، والكبريت، وسبعة عناصر صغرى - يحتاج إليها النبات بكميات صغيرة لكي يستطيع أن يعيش وينمو بشكل طبيعي - هي الحديد، النحاس، الزنك، المنجنيز، الكلور، الموليبدونم، والبورون.

إضافة إلى ذلك فقد يمتص النبات عناصر أخرى موجودة في محلول التربة ولكن معظمها لم تثبت أهميته حتى الآن، ومع ذلك فإن بعضاً من هذه العناصر يعد ضرورياً في تغذية الإنسان والحيوان إذا استثنينا العناصر الثقيلة مثل الرصاص والتي تضر بالصحة.

مما يجدر ذكره أن محلول التربة يحتوي على تركيزات منخفضة من العناصر الغذائية للتربة سواء الكبرى أم الصغرى، وأن الجزء الأعظم من هذه العناصر يوجد في المادة الصلبة (المادة المعدنية والعضوية) كمخزون (Pool) غذاء للنبات على شكل عناصر مثبتة (Fixed) أو في طريقها إلى التحلل. واعتماداً على نوع التربة والعوامل البيئية المحيطة بها فهناك علاقة بين العناصر الموجودة في المادة الصلبة ومحلول التربة بحيث يتسنى للنبات امتصاص ما يحتاجه من عناصر غذائية بشكل مستمر، وهذا يعني أن هناك إذابة مستمرة للعناصر الغذائية لتعويض ما تم امتصاصه بوساطة النبات.

تنحصر معادن التربة في نوعين هما المعادن الأولية والمعادن الثانوية وذلك كما يلي :-

● المعادن الأولية

المعادن الأولية (Primary Minerals) هي معادن نتجت عن التحطم الفيزيائي لصخور الأصل (الصخور النارية والمتحولة والرسوبية)، وهي موجودة بصورة رئيسة في الأجزاء الرملية والغرينية من التربة. ومن أكثر المعادن الأولية انتشاراً في التربة الكواتز (Quartz) والفلسبار (Feldspars).

تعمل التجوية الكيميائية للمعادن الأولية على تحويلها إلى معادن ثانوية وانطلاق كثير من أيونات العناصر الغذائية إلى محلول التربة، ومن أمثلة تلك الأيونات الكالسيوم (Ca^{2+}) والمغنيسيوم (Mg^{2+}) والبوتاسيوم (Kg^{2+}) والحديد (Fe^{2+}) والمنجنيز (Mn^{2+}) وكذلك كل من النحاس (Cu^{2+}) و الزنك (Zn^{2+}) اللذان يوجدان بتركيزات قليلة جداً.

● المعادن الثانوية

المعادن الثانوية (Secondary Minerals) في التربة هي معادن تكونت نتيجة تجوية المعادن الأولية: ومقارنة بالمعادن الأولية تشكل المعادن الثانوية أساس التفاعلات الكيميائية السائدة في التربة، ومن أكثر المعادن الثانوية انتشاراً في الأراضي الزراعية ما يلي :-

* **معادن السليكات**: ومن أهمها معادن الطين التي هي عبارة عن معادن بلورية ثانوية تتركب من سليكات هيدراتية للألومنيوم والحديد والمغنيسيوم مرتبة على

شكل صفائح طبقية مما يجعلها تمتلك مساحة كبيرة جداً فضلاً عن أنها تحمل شحنة سالبة دائمة (Permanent Negative Charge) إضافة إلى أنها في بعض الأحيان تملك شحنة سالبة تعتمد على الرقم الهيدروجيني (PH Dependant Charge) وعليه ـ بسبب هذه الشحنة ـ تعد معادن الطين المركز الأساس للنشاط الكيميائي في الأرض الزراعية مثل التبادل الأيوني (Ion Exchange) والتثبيت الأيوني (Ion Fixation) عن طريق الادمصاص أو الترسيب وغيرها ، وعليه فإن التربة الطينية يمكنها الإمساك بالكاتيونات الغذائية بسبب كبر سعتها التبادلية (Cation Exchange Capacity) خلافاً للتربة الرملية (يندر فيها وجود الطين) التي تقترب سعتها التبادلية من الصفر .. وبسبب ذلك فإن النبات عندما يمتص العناصر الغذائية من محلول التربة الرملية فإن حبيبات الرمل لاتستطيع تعويض محلول التربة بالعناصر الغذائية بسبب عدم وجود مخزون من هذه العناصر في حبيبات الرمل . وعلى العكس من ذلك تشكل معادن الطين مخزن للعناصر الغذائية يمكن امتصاصها بشكل مستمر من خلال عملية التبادل الأيوني وغيرها من العمليات الكيميائية والفيزيائية والحيوية الأخرى. تقسم معادن الطين إلى عدة أنواع من أهمها ـ بشكل عام ـ المعادن التي تتمدد (تنتفخ) عند وجود الماء ، أو معادن لا تتمدد في وجود الماء . ويوضح جدول (١) مقارنة بين نوعين من معادن الطين .

* **معادن الكربونات :** ومن أهمها معادن الكالسيات ($CaCO_3$) والدولومايت ($MgCO_3$) ، وهي تحتوي على معادن غير متاحة للنبات ـ بسبب أنها مترسبة ـ ولكن يمكن أن تتحول بالتدريج إلى صورة متاحة في وجود وسط حامضي .

* **معادن الكبريتات :** ومن أهمها الجبس ($CaSO_4 . 2H_2O$) الذي ـ إضافة إلى أنه يزود النبات بعنصري الكالسيوم والكبريت ـ يعمل على استصلاح الأراضي القلوية عن طريق التبادل الأيوني بين الكالسيوم والصوديوم حيث يحل الكالسيوم محل الصوديوم على أسطح تبادل معادن الطين ، ويبقى الصوديوم في محلول ماء التربة لتتحرر منه معادن الطين ولتكتسب صفات فيزيائية جيدة .

* **الأكاسيد :** ومن أهمها أكاسيد الحديد والألومنيوم ، وهي سائدة بصفة أساس في الأراضي الاستوائية حيث تساعد الأمطار الغزيرة التي تهطل طيلة العام على تجوية معادن الطين حتى لايتبقى منها إلا أكاسيد الحديد والألومنيوم ، وتصنف الأراضي التي تحتوي على نسبة كبيرة من الأكاسيد بأراضي الأكسيسول (Oxisol) . وهي أراضي حمضية ، يشكل وجود كمية كبيرة من الألمونيوم في محلولها المائي عائقا يحول دون صلاحيتها الزراعية . ويمكن استصلاح مثل هذا النوع من الأراضي بإضافة الجير الذي يعمل على رفع قيمة الرقم الهيدروجيني وتخفيض كمية الألمونيوم في المحلول المائي .

التبادل الأيوني

يقصد بالتبادل الأيوني بشكل مبسط عملية تبادل الأيونات الموجودة على أسطح حبيبات التربة الغروية (حبيبات الطين والمادة العضوية) مع الأيونات الذائبة في محلول التربة أو العكس . وتعد هذه العملية مهمة جداً لأنها تحدد مقدرة التربة على إطلاق بعض العناصر الغذائية اللازمة للنبات عندما يقل تركيزها في محلول التربة ، وبوجه عام يعد تبادل الكاتيونات (تحمل شحنة موجبة) هو المهم في الأراضي الزراعية ، وذلك لأن معادن الطين والمادة العضوية تنتهي أطراف أسطحها بشحنات سالبة تعمل على اجتذاب الكاتيونات إليها ، ولكنها في المقابل يمكن أن تطلقها إلى محلول التربة عن طريق التبادل الأيوني . وعليه كلما زادت كمية الشحنات السالبة على أسطح التربة كلما زاد التبادل الأيوني وبالتالي أصبحت التربة أكثر خصوبة ، وبذلك يمكن اعتبار الأراضي الرملية أراضي قليلة الخصوبة لاحتوائها على عدد قليل من الشحنات السالبة ، لذلك ينصح دائماً بإضافة الطين والمادة العضوية للأراضي الرملية لتحسين الخواص الفيزيائية والكيميائية للتربة الرملية ، ويعد وجود الشحنات السالبة على حبيبات التربة الطينية وكذلك على المادة العضوية المتحللة (الدبال) مهم للغاية لأنها تعمل على مسك الكاتيونات على أسطحها مما يقلل (يمنع) الفقد للعناصر الغذائية وفي نفس الوقت تكون تلك العناصر ميسرة للنبات .

مما يجدر ذكره أن التبادل الكاتيوني يعتمد على كمية الكاتيونات في جسم التربة ونظراً لوجود الكالسيوم بكميات كبيرة في التربة لذلك يعد الأكثر تبادلاً يليه المغنيسيوم ثم الصوديوم والبوتاسيوم .

محلول التربة

يطلق محلول التربة على الماء الموجود بين حبيبات التربة (المسامات) وما يحتويه من أملاح ومواد ذائبة فيه . ويمتص النبات معظم العناصر الغذائية الضرورية له من محلول التربة ، لذلك فإنه يمثل الوسط الذي يربط بين الجزء الصلب من التربة وجذور النبات مما يدلل على أهمية دراسة خواصه الكيميائية . ويختلف التركيز الكلي للأيونات في محلول التربة بدرجة كبيرة ، حيث يكون منخفضاً نسبياً في التربة غير الملحية (لايتعدى عادة ٠,١ مول/لتر) ، أما في الأراضي الملحية فإن تركيز الأملاح في

المعدن الطيني	الرمز الكيميائي	مساحة السطح م٢/كجم (×١٠٠٠)	*(CEC) ملليمول/كجم
١ـ متمدد مونتمور يلونايت (Montmorillonite)	$Si_8 (AlMgFe)_4O_{20} (OH)_4. nH_2O$	٦٠٠ـ٨٠٠	٨٠ـ١٢٠
٢ـ غير متمدد كاؤولينيت (Kaolinite)	$Si_4 Al_4 O_{10} (OH)_8$	١٠ـ٢٠	٣ـ٦

* السعة التبادلية الكاتايونية .

● جدول (١) مقارنة بين معدن الطين المتمدد وغير المتمدد .

محلول التربة يكـون عالياً ويتراوح من ١,ـ ٥ مول / لتر ، وقد يصل إلى أكثر من ذلك .

ويؤثر تركيـز الأملاح على عملية التبادل الأيوني في التربـة ، فكلما انخفض التركيز في التربة (قل تركيـز الأملاح فيه) زادت مقدرة حبيبات التربة الغروية على مسك الكاتيونات الثنـائية الشحنـة (مثل الكالسيـوم Ca^{2+}) ، وبالمقابل قلت قـدرتها على مسك الكاتيونات أحادية الشحنـة (مثل الصوديوم Na^{+}) . من جـانب آخـر فإنـه كلما زاد تركيـز محلـول التربـــة زادت مقـــدرة التربـــة على مسك الكاتيونـات الأحادية . وتعد هـذه الخاصية مهمـة من الناحيـة العمليـة لأنها تؤثـر على خـواص التربـة الكيميـائيـة والفيـزيـائيـة وخـاصـة عند استصـلاح الأراضي الملحيـة والقلوية باستخدام مياه مختلفة النوعية .

يتعـرض نظـــام التربـة الـديـنـــاميكي (المتغير) والمتكـون مـن المواد الصلبـة والماء والهواء لكثير مـــن التغيرات في المدى القصير والبعيـد لذلك فإنـه يـوجد حـالة من شبـه الاتزان بين مكونات التربـة المختلفة يحكمها العديد من التفاعـلات بين أطوار التربة سواء كانت صلبة أو سائلة أو غازية ، شكل (١) .

يحتوي محلـول التربة على عدة إيـونات يعتمد تـركيزها بشكل أسـاس على الصفات الكيميـــائيـة للمادة الصلبـــة وكـــذلك على الظروف البيئية الســائدة . ويوضح الجدول (٢) بعض الأيـــونـات الســـائدة في التربـة وظروف تواجدها .

الرقم الهيدروجيني في التربة

الـرقم الهيـدروجيني (pH) للتربـة هـو اللـــوغــاريثم الســـالب لتركيــز أيـــون الهيدروجـــين النشط في محلـول التربـــة (pH= - Log [H]) وهـــو يقـاس بجهــــاز (pH Meter) الـذي يـوضح مـدى قـاعـديـة (قلوية) أو حامضيـة محلول التربة . ويتـرواح الـرقم الهيـــدروجيني للتربـة من ٤ (أراضي حامضيـــــة) إلـــى ١٠ (أراضي شـديـدة القلـوية) وذلك حسب العـوامل الفيـزيائيـة والكيميائيـة والإحيائيـة المؤثرة على التربـة ، وبوجـه عام يتـرواح الـرقم الهيدروجيني من ٥ــ٧ في المناطـــــق الرطبـة ومن ٧ــ٩ في المناطق الجافة .

يعــد الـــرقم الهيــدروجينـي من أهم الصفـات الكيميائيـة للتربة لإنـه يؤثـر على مـدى تيسر العنـاصـر الغـــذائيـة في التربـة بجـانب أنـه يـؤثـر على النشـاط الحيـوي للكـائنـات الدقيقيـة للتربـة . وتقسم الترب حسب الرقم الهيدروجيني إلى ثلاثة أنواع :

١ـ تـــرب حـــامضية : يتراوح الـــرقم الهيدروجيني لها من ٤ إلى ٦,٥ .

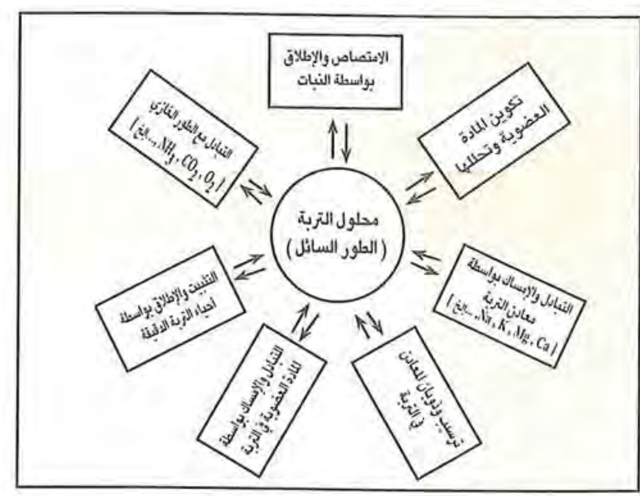
٢ـ تـرب متعادلـة : يـــتراوح الـــرقـــم الهيـدروجيني لها من ٦,٦ إلى ٧,٤ .

٣ـ تـرب قاعديـــة : يــــتراوح الرقــــم الهيـدروجيني لها من ٧,٤ إلى ١٠ .

ويــوضــح شكل (٢) العـــــوامـل الفيـــزيـــائيـــة ، الكيميـــــائيـــــة، والحيويـة التي تـؤثر على الرقم الهيدروجيني في محلول التربة .

يـؤثـر الـرقـم الهيـدروجيني على نمـو النباتات من النواحي التالية :

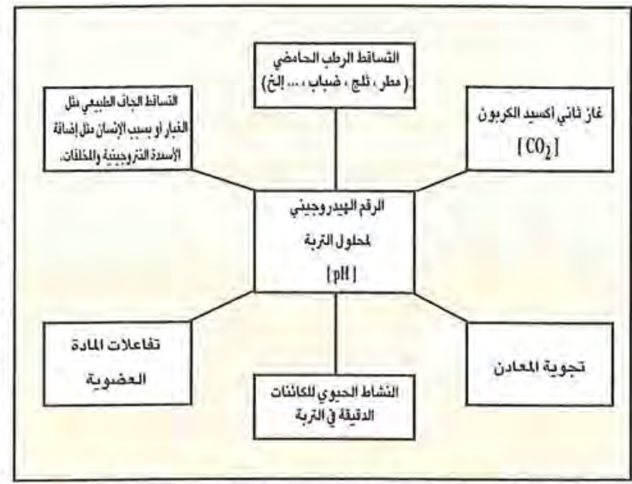
١ـ تـوفر العنـاصـر الغذائيـة اللازمـة للنمو الطبيعي .



● شكل (١) التفاعلات الكيميائية بين أطوار التربة .

الكاتيونات: النوع	الكاتيونات: ملاحظات	الأنيونات: النوع	الأنيونات: ملاحظات
١ـ الرئيسة الكالسيوم (Ca^{2+}) المغنيسيوم (Mg^{2+}) الصوديوم (Na^{+}) البوتاسيوم (K^{+}) الأمنيوم (NH_4^{+})	توجد متبادلة بشكل أساس وتتأثر بعمليات الخدمة والري والتسميد.	١ـ الرئيسة	موجودة بتركيز أقل من الكاتيونات الرئيسة ماعدا في الترب الرملية والترب شديدة الملوحة.
الألومنيوم (Al^{3+}) الهيدروجين (H^{+})	موجودة في الأراضي الحمضية فقط .	النترات (NO_3^{-}) الكبريتات (SO_4^{2-}) الكلوريد (Cl^{-}) البيكربونات (HCO_3^{-})	مغذيات هامة للنبات . تراكم بكثرة في الأرضي الملحية .
٢ـ قليلة الذوبان	الذوبان يقل بوجه عام بزيادة الرقم الهيدروجيني للتربة.	الكربونات (CO_3^{2-})	لاتوجد بكميات كبيرة إلا عند رقم هيدروجيني>٩ .
الحديد(Fe^{2+}) المنجنيز(Mn^{2+})	يزيد الذوبان في الأراضي الغدقة (سيئة التهوية) .	٢ـ قليلة الذوبان	تمسك بقوة بزيادة الرقم الهيدروجيني .
النحاس (Cu^{2+}) الخارصين (Zn^{2+})	أكثر ذوبانية من الحديد والمنجنيز ويرتبطان بشدة مع المادة العضوية.	الفوسفات ($H_2PO_4^{-}$) (HPO_4^{2-})	أكثر ذوبانية عند رقم هيدروجيني = ٧ أو حامض قليلاً .
		البورات (H_3BO_4) ($H_2BO_3^{-}$)	أكثر المجموعات ذوبانية. يزيد الذوبان بارتفاع الرقم الهيدروجيني .
		موليبدات (MoO_4^{2-})	

● جدول (٢) الأيونات السائدة في التربة .



● شكل (٢) العوامل الفيزيائية والكيميائية ، والحيوية التي تؤثر على الرقم الهيدروجيني في محلول التربة.

٢ـ انطلاق العناصر الغذائية من المعادن والصخور (عملية التجوية) .

٣ـ درجة ذوبان العناصر في التربة .

٤ـ كمية الأيونات الغذائية المخزنة في مواقع التبادل الأيوني في التربة .

٥ـ نمو وانتشار جذور النبات .

يمكن القول بأن الرقم الهيدروجيني يعد دليلاً جيداً لتوقع حالة العناصر الغذائية في التربة سواء من ناحية نقص العنصر أو توفره بشكل جيد أو زيادته في محلول التربة لدرجة السمية .

ويجب التوضيح بأن الرقم الهيدروجيني لا يعطي دليلاً على توفر عنصر ما في مادة التربة الأصلية (المادة الأم التي تتكون منها التربة) فإذا افترضنا أن التربة فقيرة أصلاً في عنصر غذائي ما (أي لايوجد بكمية كافية) فإن الرقم الهيدروجيني لن يؤثر على توفر هذا العنصر في هذه التربة بل يجب إضافة ذلك العنصر إلى التربة عن طريق التسميد. أما إذا كان نقص العنصر مرتبط بالرقم الهيدروجيني فيجب في هذه الحالة تعديل الرقم الهيدروجيني للتربة حتى يكون في النطاق الذي يسمح بتوفر هذا العنصر (مثلاً تحسين الأراضي الحمضية بإضافة الجير) ، أو عن طريق إضافة كمية كافية من العنصر الغذائي وبالطريقة المناسبة للتغلب على مشكلة نقص هذا العنصر في التربة والتي كانت بسبب ارتفاع الرقم الهيدروجيني (مثلاً إضافة الأسمدة المحتوية على العناصر الغذائية الصغرى عن طريق الرش على الأوراق) . تختلف قيمة الرقم الهيدروجيني المفضلة في التربة باختلاف احتياجات للعناصر الغذائية ولكن بوجه عام تقع هذه القيمة ما بين ٦ ـ ٧,٥ وذلك لأن معظم العناصر الغذائية تكون بصورة ميسرة للنبات في هذا النطاق .

تنتشر الأراضي الحمضية في المناطق الرطبة (كثيرة الأمطار) ، وفي مثل تلك المناطق يكون الرقم الهيدروجيني فيها منخفض(<٥,٥) مما يؤدي إلى زيادة تركيز الألومنيوم والمنجنيز في محلول التربة لدرجة السمية . من جانب آخر تنتشر الأراضي القلوية (الرقم الهيدروجيني مرتفع) في المناطق الجافة وشبه الجافة . وفي هذه الترب تكون ذوبانية بعض العناصر الغذائية منخفضة جداً وخاصة الحديد ، المنجنيز ، الزنك ، والنحاس ، وعليه فإن النبات سوف يعاني من نقص هذه العناصر (خاصة الحديد) . إضافة لذلك فإن ارتفاع الرقم الهيدروجيني يتسبب في ترسب عنصر الفسفور (والذي يحتاج إليه النبات بكمية كبيرة) على صورة مركبات فوسفات الكالسيوم قليلة الذوبان مما يقلل من تيسره للامتصاص النباتي ، وفضلاً عن ذلك فإن الرقم الهيدروجيني عندما يكون أعلا من (٩) فإنه يدل على وجود الصوديوم بتركيز عالي قد يصل إلى درجة السمية للنبات .

التربة الجيرية

تغطي التربة الجيرية ربع مساحة الأرض ، وهي أراضي تتراكم فيها الكربونات وخاصة كربونات الكالسيوم (الكالسيت $CaCO_3$) وبالذات إذا كانت التربة ذات أصل جيري .

يمكن توضيح تراكم الكالسيوم في التربة بالتفاعل البسيط التالي :

$$Ca^{2+} + H_2O + CO_2 \rightleftharpoons CaCO_3 + 2H^+$$

حيث تساعد ظروف القاعدية (ارتفاع الرقم الهيدروجيني) في ترسيب كربونات الكالسيوم وذلك عن طريق استهلاك أيونات الهيدروجين مما يدفع بالتفاعل إلى اليمين ، وتعرف الأراضي الجيرية بأنها الأراضي التي تتراوح فيها نسبة كربونات الكالسيوم في التربة من ١ ـ ٢٠ ٪ وقد تصل النسبة إلى أكثر من ٥٠٪ في بعض الأراضي .

تتحكم كربونات الكالسيوم في قيمة الرقم الهيدروجيني للتربة بدرجة كبيرة وكذلك في تركيز الكالسيوم في محلول التربة ، ويصل الرقم الهيدروجيني للتربة الجيرية عند قياسه في المعمل إلى ٨,٣ عندما تكون كمية الصوديوم المتبادل في التربة قليلة ، ولكن قد يصل في الحقل إلى أقل من ذلك بسبب زيادة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون في التربة الزراعية مقارنة بالهواء الجوي (بسبب تنفس الكائنات الحية الدقيقة وجذور النباتات في التربة) . تعد كربونات الكالسيوم ـ بحد ذاتها ـ غير سامة للنباتات ولكن إذا زاد تركيزها وتجمعت في شكل طبقة كثيفة في داخل التربة فإنها تؤدي إلى إعاقة حركة الماء في التربة مسببة مشاكل في ري تلك الترب . كما أنها إذا تجمعت بالقرب من سطح التربة أو على السطح مباشرة على شكل قشرة صلبة فإنها تكون عائق فيزيائي لنمو جذور النباتات وخاصة عند إنبات البذور .

يعد بناء التربة الجيرية غير جيد بسبب تعرضها للانجراف الشديد عند الري بينما تكون صلبة وجافة وصعبة الحرث عند جفافها . كما أنها لا تحتفظ بالماء بشكل جيد مما يوجب ريها على فترات متقاربة . كذلك يؤدي وجود الكربونات إلى زيادة فقد الأمونيا في الترب المسمدة بالأسمدة النيتروجينية حيث قد تتطاير بشكل غازي وتفقد في الهواء مما يعد خسارة للمزارع . ومن مشاكل الأراضي الجيرية أيضاً زيادة تثبيت الفوسفور المضاف حيث تقل ذوبانيته بشكل لايسمح للمحاصيل الاستفادة منه بشكل كاف وكذلك يقل ذوبان الحديد في التربة وتظهر أعراض الإصفرار على الأوراق الحديثة النمو .

المادة العضوية

تشمل المادة العضوية في التربة جميع الأحياء أو بقاياها ، وتمر المواد العضوية بمراحل عديدة من التحلل حيث تقوم

الكائنات الحية الدقيقة في التربة بتحليلها (تكسيرها) إلى مواد بسيطة التركيب ومواد معقدة وأخرى أكثر تعقيداً وهكذا حتى يتكون في النهاية مركبات عضوية نشطة ومقاومة للتحلل (تبقى لفترة زمنية أطول في التربة) تميل إلى اللون الغامق . تسمى هذه المركبات في مجموعها بالدبال أو الهيومس (Humus) . ويمكن تقسيم الدبال في التربة إلى حامض الهيوميك وحامض الفولفيك ومادة الهيومين ، وهي جميعها مركبات ترتبط مع معادن الطين في التربة مكونة معقدات عضوية معدنية .

يختلف محتوى التربة بوجه عام من المادة العضوية حسب المناخ وطريقة الزراعة والخدمة حيث تحتوي الطبقة السطحية في معظم الترب الزراعية على مادة عضوية تتراوح نسبتها بين ٠,٥ إلى ٥٪ ، وعلى الرغم من قلة هذه النسبة إلا أن المادة العضوية لها دور كبير ومهم في خواص التربة الفيزيائية والكيميائية ومن ثم على خصوبة التربة . ويمكن إيضاح دور المادة العضوية في التربة في النقاط التالية :

١ـ تكوين مركبات أو معقدات مخلبية مستقرة وذائبة مع الحديد والنحاس والزنك مما يجعلها في صورة ميسرة للنبات وخاصة في الأراضي القلوية (مرتفعة الرقم الهيدروجيني) .

٢ـ تحسين بناء التربة عن طريق ربط حبيبات التربة مع بعضها البعض ، وبالتالي التأثير على حراثة التربة وتهويتها ونفاذية ومحتوى الماء فيها ، وعندما يزيد محتوى التربة من المادة العضوية فإن ذلك يسهل من عملية الحراثة ، بينما يؤدي فقدها في التربة الطينية إلى تكوين تربة قاسية تتجمع حبيباتها في شكل كتل كبيرة صعبة الكسر . وتعد المادة العضوية هامة لكل من الأراضي الطينية والرملية حيث تستفيد الترب الطينية الثقيلة من إضافة المادة العضوية التي تجعلها مفككة ومفتوحة وحبيبية البناء مما يحسن من تهويتها وحركة الماء فيها . أما الأراضي الرملية فإن إضافة المادة العضوية تزيد من كمية الماء المخزن فيها وبذلك يمكن للنبات الاستفادة منه بجانب استفادته من العناصر الغذائية الموجودة فيه .

٣ـ تيسير معظم العناصر الغذائية الضرورية للنبات عند تحللها حيث يعد إمداد النبات بالعناصر الغذائية من أهم وظائف المادة العضوية في التربة .

٤ـ إنتاج أحماض ومواد أخرى تعمل على تحلل معادن التربة وانطلاق بعض العناصر الغذائية منها .

٥ـ تعمل المادة العضوية وبعض نواتج تحللها كعوامل اختزال تساعد في ذوبانية بعض العناصر .

٦ـ الارتباط مع العناصر الصغرى عندما يزيد تركيزها بدرجة ضارة للنبات وبالتالي التقليل من سميتها خاصة في الأراضي الحامضية (منخفضةالرقم الهيدروجيني) .

٧ـ العمل على تكوين بناء جيد في التربة مما يقلل من تعرض التربة للانجراف بالماء والهواء .

٨ـ زيادة السعة التبادلية الكاتيونية للتربة بدرجة كبيرة مما يحفظ العناصر من الفقد بالغسيل .

٩ـ الإقلال من انضغاط التربة عند مرور الآلات الزراعية الثقيلة المستخدمة في خدمة الأرض .

١٠ـ العمل على تدفئة التربة في الشتاء وذلك لأنها تكسب التربة اللون الغامق .

١١ـ العمل كمخزن للعناصر الغذائية من موسم إلى آخر .

١٢ـ زيادة النشاط الحيوي في التربة حيث تعمل بعض الكائنات الدقيقة على زيادة تيسر بعض العناصر الغذائية كما تشجع الميكروبات على تكسير المواد السامة التي تضاف في التربة .

١٣ـ تكوين معقدات غير ذائبة مع بعض العناصر الثقيلة في التربة (مثل الزئبق ، الكروم ، الكادميوم ، الرصاص ، والنيكل) والتي تكون ضارة بالنبات والبيئة ، حيث تعد هذه المعقدات مخزن للعناصر الثقيلة خاصة في الترب الغنية بالمادة العضوية .

١٤ـ تفاعل الهيومس أو الدبال مع المركبات العضوية الصادرة من المبيدات وغيرها مما يؤدي إلى إعاقة حركتها (جذبها) أو زيادة ذوبانيتها أو إزالة سميتها مما يساهم في تقليل الآثار الضارة لتلك المركبات على البيئة .

تحسين الخواص الكيميائية

يتم تحسين الخواص الكيميائية عادة بفهم تلك الخواص والعوامل التي تؤثر عليها ، وكذلك الإمكانات المادية المتوفرة . وتتأثر الخواص الكيميائية للتربة بعوامل كثيرة متداخلة سواء في التربة نفسها (مثل القوام ، كمية معادن الطين ونوعيتها ، نسبة كربونات الكالسيوم ... إلخ) أو العوامل الأخرى مثل الرطوبة ودرجة الحرارة ....إلخ ، وعند محاولة تحسين الخواص الكيميائية للتربة يجب الأخذ في الاعتبار الهدف من التحسين سواء لمعالجة مشكلة قائمة أو لمشكلة قد تحدث في المستقبل أو لمجرد التحسين فقط من أجل زيادة الإنتاج ، كذلك يجب معرفة تأثير تحسين الخواص الكيميائية على خواص التربة الأخرى مثل الخواص الفيزيائية والحيوية. مما سبق يتضح أن موضوع التحسين متشعب كتشعب التربة نفسها ، وليس من السهل إعطائه حقه في مقالة قصيرة ، ولكن بوجه عام توجد بعض الطرق التي يمكن استخدامها ومنها :

١ـ زيادة المادة العضوية للتربة مما يعمل (يساعد)على تحسين خواصها الكيميائية (مثل التبادل الأيوني ، الرقم الهيدروجيني توفر العناصر الغذائية ... إلخ). ويمكن إضافة المادة العضوية إلى التربة على شكل سماد حيواني أو أسمدة عضوية مصنعة مثل البيتموس (Peatmoss) أو الحمأة ، أو قد تزرع في التربة نفسها ، ثم تخلط معها مثل زراعة المحاصيل البقولية (التسميد الأخضر) .

٢ـ إضافة الطين إلى الأراضي الرملية للعمل على تحسين خواصها الكيميائية عن طريق زيادة خصوبتها نسبة لأن الترب الرملية رغم أنها تمتاز ببعض الخواص الفيزيائية المرغوبة إلا أنه يعاب عليها أنها فقيرة أو شبه معدومة الخصوبة .

٣ـ إضافة الكبريت وبعض الأسمدة ذات التأثير الحمضي للأراضي الجيرية وذلك لتحسين خواصها الكيميائية والفيزيائية .

٤ـ إضافة الجبس الزراعي وخلطه مع التربة الصودية لتحسين خواصها الفيزيائية والكيميائية .



خصوبة الأراضي الزراعية

د. عبد الله سعد المديهش

ترتبط خصوبة الأراضي إرتباطاً وثيقاً بتاريخ الزراعة التي مارسها الإنسان منذ حوالي خمسة آلاف سنة ، حيث إستقر حول الأنهار مثل نهر النيل ودجلة والفرات وأنهار الصين والهند . وقد لاحظ الإنسان خلال تجاربه منذ القدم أن بعض الترب تضعف إنتاجيتها مع الزراعة المتوالية ، وأن إضافة الرماد (Ash) والجبس (Gypsum) وزراعة النباتات البقولية تزيد من خصوبة التربة ، كما تبين أن إنتاجية المحاصيل تزداد بعد فيضان الأنهار ، وذلك لما يرسبه الفيضان من طمي ـ غني بالعناصر الغذائية ـ على سطح التربة ، ومن الملاحظات الأخرى كذلك أن إضافة تربة طينية إلى تربة رملية قد حسَّن من إنتاجها ورفع خصوبتها . كل هذه الملاحظات وغيرها من المشاهدات والإستنتاجات كانت الأساس في بداية معرفة علم خصوبة الأراضي . ثم توالى التطور والتقدم العلمي مما أدى إلى فهم المواد وخواصها وأهمية بعض العناصر في تغذية المحاصيل المختلفة ومعرفة قوانين الإتزان الكيميائي والتقدم التقني في مجال أجهزة التحليل الكيميائي .

كل هذه وغيرها ساعدت بشكل فاعل في بدء تصنيع الأسمدة الكيميائية في نهاية القرن التاسع عشر وأوائل القرن العشرين . فتم إنتاج أول سماد كيميائي هو السوبر فوسفات في بريطانيا عام ١٨٤٣م ، وأنتج أول سماد نيتروجيني على شكل كبريتات الأمونيوم $(NH_4)_2 SO_4$ في ألمانيا ، ثم توالى تصنيع الأسمدة الكيميائية المختلفة وبذلك إزدهرت صناعته بإنشاء المصانع الضخمة التي تنتج ملايين الأطنان من الأسمدة المختلفة مما ساعد كثيراً في زيادة الإنتاج العالمي من الغذاء وتحول الصحاري القاحلة إلى مروج وجنات خضراء .

خصوبة التربة

تعرف خصوبة التربة (Soil Fertility) بأنها قدرة التربة على إمداد العناصر الغذائية بالكميات والصور الملائمة لنمو النبات . وتختلف الأراضي الزراعية فيما بينها من حيث محتواها من العناصر الغذائية وجاهزيتها للنبات من حيث المعادن والصخور التي تكونت منها التربة . وعموماً تعد الأراضي الجافة أكثر خصوبة من الأراضي الرطبة وذلك يرجع أساساً لعملية غسيل (Leaching) العناصر الغذائية من سطح التربة في المناطق الرطبة مما يقلل من محتواها العنصري وبالتالي من خصوبتها .

أظهرت الدراسات والممارسات الحقلية أن زراعة الأرض كل سنة يؤدي إلى إستنزاف العناصر الغذائية التي يحتاج إليها النبات ، وبذلك تصبح الأرض ـ مع مرور الزمن ـ متدنية الخصوبة ، فيتناقص محصولها إلى أن يصبح استثمارها غير اقتصادي ، لذلك أدى تصنيع الأسمدة الكيميائية واستخدامها بشكل مكثف إلى سد العجز وتعويض ما تستنزفه النباتات وتحقيق زيادة كبيرة من الإنتاج والمحافظة عليه ، كما أن إضافة الأسمدة العضوية المختلفة إلى التربة ساعد في تحسين خواصها الفيزيائية وإمدادها ببعض العناصر الغذائية مثل النيتروجين ، الفسفور ، البوتاسيوم ، الكبريت وبعض العناصر الصغرى مثل الزنك والحديد والنحاس .

ولتحديد مستوى خصوبة الأرض يجب القيام بتحليل التربة والنبات لتقدير مستوى العناصر الغذائية وجاهزيتها للنبات ، ويتم ذلك بطرق كيميائية وإحيائية مختلفة . ومما يجدر ذكره أن التحاليل قد تظهر أن تربة ما قد تكون خصبة بإحتوائها على كميات كافية من العناصر الغذائية ، ومع ذلك قد تكون غير منتجة بسبب إحتوائها

على بعض المعوقات، مثل : التركيز العالي لعنصر البورون (B) ، أو الكلور (Cl) ، أو لعدم توفر المياه، أو لإرتفاع ملوحة مياه الري مما يقلل إنتاجية تلك الأرض حتى لو كانت ذات محتوى جيد من العناصر الغذائية، لذا ليس من الضروري أن تكون كل أرض خصبة منتجة .

مصادر خصوبة التربة

بالإضافة إلى مادة الأصل التي تكونت منها التربة هناك بعض المصادر التي تكسب التربة خصوبة منها :-

١ ـ فيضان الأنهار وما يرسبه من الطمي الغني بالعناصر الغذائية .

٢ ـ السيول في مناطق الأودية التي تتشكل أثناء نزول الأمطار وبما تحمله من الغرين والطين والمادة العضوية وترسيبها على سطح التربة .

٣ ـ الرماد البركاني بما يقذفه أثناء ثورة البراكين لإحتوائهما على العديد من المعادن والعناصر الهامة لنمو النباتات .

٤ ـ المخلفات الحيوانية والنباتية ـ أسمدة عضوية ـ والعمليات الحيوية التي تجري في داخل التربة بوساطة ملايين الكائنات الدقيقة من عمليات هدم وبناء وتحليل للمخلفات العضوية .

٥ ـ تثبيت النيتروجين عن طريق البرق وتكوين أكاسيد نيتروجينية تذوب في مياه الأمطار لتسقط على النباتات والتربة .

٦ ـ الأسمدة الكيميائية بأنواعها وصورها المختلفة« سائلة ـ صلبة ـ معلقه ».

٧ ـ تلقيح التربة ببعض البكتريا المفيدة مثل مثبتات النيتروجين الجوي والبكتيريا العقدية (Rhizobium) وغيرها .

العناصر الضرورية للنبات

أثبتت الأبحاث العلمية أن هناك ستة عشر عنصراً غذائياً يحتاج إليها النبات ، وأنه لكي يكون عنصر ما ضروريا لنمو النبات فيجب أن تتوفر فيه الشروط التالية :-

١ ـ عجز النبات عن النمو الطبيعي وإكمال دورة حياته في حالة غياب هذا العنصر .

٢ ـ لا يحل محل هذا العنصر عنصر آخر .

٣ ـ يدخل العنصر في تركيب جزء حيوي له دور فعال في العمليات الحيوية في البناء.

ومن الطرق التقليدية المتبعة في معرفة أهمية العنصر لنمو النبات إستعمال المزارع المائية ، عن طريق زراعة النبات في محلول مغذي يحتوي على جميع العناصر ماعدا العنصر المراد إختباره ثم مقارنة نمو النبات مع محلول يحتوي على جميع العناصر ، وقد قسمت العناصر الغذائية الستة عشر إلى قسمين رئيسيين تبعاً للكمية التي تستهلك من قبل النبات وذلك كما يلي :-

● عناصر غذائية كبرى

العناصر الغذائية الكبرى (Macronutrients) هي التي يحتاج إليها النبات بكميات كبيرة نسبياً ، وهي ذات وظيفة رئيسة تنحصر في أنها تدخل في تركيب وبناء النبات وأنها لاتحدث سمية (Toxicity) إلا في التركيزات العالية جداً . وتشمل تلك العناصر : الكربون (C) ، والأكسجين (O) ، والهيدروجين (H) ، والنيتروجين (N) ، والفوسفور (P)، والبوتاسيوم (K) ، والكالسيوم (Ca) ، والمغنيسيوم (Mg) والكبريت (S) .

● عناصر غذائية صغرى

العناصر الغذائية الصغرى (Micronutrients) هي العناصر التي يحتاجها النبات بكميات قليلة ، ولا يعني تسميتها بالعناصر الصغرى أنها أقل أهمية من العناصر الكبرى ، ولكنها سميت بذلك بسبب إحتياج النبات لها بكميات أقل من العناصر الكبرى ، وتشمل تلك العناصر الحديد (Fe) ، والزنك (Zn) ، والنحاس (Cu) ، والمنجنيز (Mn) ، والبورون (B) ، والموليبدينوم (Mo) ، والكلور (Cl) .

تلعب العناصر الصغرى دوراً هاماً في تنشيط الأنظمة الإنزيمية وكعوامل مساعدة (Catalysts) في كثير من العمليات الحيوية في النبات .



● نمو غير طبيعي (الصورة على اليمين) بسبب نقص النيتروجين .

تظهر أعراض نقص العناصر الصغرى على النباتات أما نتيجة لعدم توفرها في التربة أو لتثبيتها وعدم جاهزيتها للنبات بالرغم من توفرها . ويقل محتوى العناصر الصغرى في التربة الرملية والجيرية (Calcareous) نتيجة لقلتها في التربة الرملية ولتثبيتها في التربة الجيرية ، وبالتالي وجودها في صورة غير ميسرة للبناء ، ومن جانب آخر يؤدي وجود العناصر الصغرى بكميات وتركيزات عالية في التربة إلى تسمم النبات .

العناصر الغذائية والنبات

تختلف الإحتياجات السمادية للنبات من محصول لآخر ، فإذا كانت هناك استجابة لإضافة عنصر غذائي معين فإن إستخدام سماد هذا العنصر – عادة – يحقق عائداً للمزارع ، فمثلاً لا يحتاج البرسيم الذي لقحت تربته بالبكتيريا (Rhizobia) إلا إلى كمية قليلة من النيتروجين (حوالي ٢٠كجم نيتروجين/هكتار) ولكن في المقابل يحتاج إلى كميات كبيرة من البوتاسيوم والفوسفور ، كذلك تختلف الإستجابة للأسمدة حسب السلالة للمحصول الواحد ، ومن أمثلة ذلك تحتاج سلالات القمح والأرز الجديدة التي كانت من نتاج الثروة الخضراء المعروفة إلى معدلات سمادية أكبر من السلالات المحلية . من ناحية أخرى تختلف الترب من حيث مقدرتها على إمداد النبات بالعناصر الغذائية ، فالتربة الطينية الثقيلة مثلا تعد أكثر خصوبة من الرملية أو الجيرية ، لذلك فان احتياجاتها من الأسمدة تكون أقل . كما أن زراعة التربة بشكل مستمر يؤدي إلى إستنزاف بعض العناصر الذائبة ، ولذلك يلزم تعويض الفقد بإضافة كميات محسوبة من الأسمدة حتي لا تقل إنتاجيتها نتيجة تدني خصوبتها .

من جانب آخر يؤثر المناخ على كمية الأسمدة المضافة حيث يقل استخدامها في المناطق التي يقل بها المطر عن ٢٥ بوصة بسبب قلة الفقد بالغسيل ، في حين تعد كمية الأسمدة المضافة في المناطق المروية أو كثيرة الأمطار العامل المحدد (Limiting Factor) في الإنتاجية بسبب تعرض الأسمدة للغسيل ، كذلك يعد العامل الإقتصادي ذو تأثير على زيادة أو نقص كمية الأسمدة حيث تزداد الكمية المستخدمة من السماد أو تقل بناء على أسعارها وبالتالي على العائد الذي تحققه نتيجة إستعمالها .

وعموماً فإن الإسراف في التسميد يسبب عادة أضراراً بيئية واقتصادية منها :–

١ – تراكم الأملاح في التربة مع طول إستعمال الأسمدة الكيميائية بكميات كبيرة لأنها أملاح معدنية .

٢ – التأثير على الرقم الهيدروجيني ، فمثلا يؤدي استخدام سماد كبريتات الأمونيوم بصفة عامة إلى انخفاض الرقم الهيدروجينى للتربة بسبب تأثيره الحمضي ، أما اليوريا فان أثرها على الرقم الهيدروجيني يعد أقل بسبب انخفاض حموضتها مقارنة بكبريتات الامونيوم ، بينما يعمل التسميد بالأمونيا إلى ارتفاع الرقم الهيدروجيني بسبب تفاعلها القلوي . وينطبق ذلك أيضا على سماد نترات الصوديوم ($Na\ NO_3$) ذو التأثير القلوي .

٣ – التأثير على النباتات والإتزان بين العناصر ، حيث يؤدي زيادة تركيز بعض العناصر – خصوصاً الصغرى منها مثل البورون والزنك والنحاس – إلى حدوث سمية النباتات أو التأثير على عملية الإتزان بين العناصر الغذائية الأخرى ، كما يؤدي زيادة تركيز الكالسيوم (Ca) إلى التقليل من إمتصاص المغنيسيوم (Mg) ، والبوتاسيوم (K) ، أما زيادة تركيز الفوسفور (P) فقد يحد من امتصاص الزنك (Zn) لوجود ظاهرة تضاد وتنافس بينهما ، وفضلا عن ذلك فإن زيادة التسميد النيتروجيني يمكنه أن يجعل أنسجة النبات لينة وعرضة للإصابة بالأمراض .

٤ – تراكم بعض العناصر الثقيلة (Heavy Metals) بطريقة غير مباشرة نتيجة لإحتواء بعض الأسمدة الكيميائية على شوائب (Impurities) منها قد تتراكم في التربة مع زيادة إستخدام الأسمدة الكيميائية ، وبسبب امتصاصها بوساطة النبات الذي يستهلكه الإ نسان أو الحيوان فإنها تسبب أضراراً صحية نتيجة تراكم هذه العناصر في الكبد أو الكلى . ومن أمثلة ذلك احتواء الأسمدة البوتاسية على شوائب من البورون ، واحتواء الأسمدة الفوسفاتية على شوائب من الرصاص والكادميوم .

٥ – تلويث المياه الجوفية والسطحية حيث تؤدي الزيادة في إستخدام الأسمدة وخصوصاً النيتروجينية إلى غسلها إلى الآبار والمياه الجوفية في صورة ملوثات أشهرها وأخطرها النترات .

٦ – تلويث الهواء بسبب تطاير بعض الأسمدة النيتروجينية على شكل أمونيا (NH_3) أو أكاسيد نيتروجينية (NOx) .

تشخيص حالة النبات الغذائية

يعد تحليل النبات والتربة لمعرفة ما يحتوي كل منهما من عناصر غذائية أداة هامة في تشخيص حالة النبات الغذائية .

العنصر	جزء من مليون	العنصر	(٪)
موليبدونوم (Mo)	,١	كبريت (S)	٠,١
نحاس (Cu)	٦,٠	فسفور (P)	٠,٢
زنك (Zn)	٢٠	مغنيسيوم (Mg)	٠,٢
بورون (B)	٢٠	كالسيوم (Ca)	٠,٥
منجنيز (Mn)	٥٠	بوتاسيوم (K)	١,٠
حديد (Fe)	١٠٠	نيتروجين (N)	١,٥
كلور (Cl)	١٠٠		

● جدول (١) التركيز الملائم لبعض العناصر الغذائية في المادة النباتية .



نيتروجين



فسفور



بوتاسيوم



كالسيوم



مغنيسيوم



كبريت



حديد



زنك



نحاس



منجنيز



بورون

● أعراض نقص بعض العناصر الغذائية في نباتات مختارة .

ويلعب التحليل المبكر لأجزاء النبات دوراً فاعلاً في تلافي النقص ـ إذا وجد ـ بإضافة العنصر الذي أظهرت التحاليل أنه يقل عن المعدل المطلوب . وعادة ما تؤخذ الأوراق المكتملة حديثاً (Recently Matured) وفي وقت محدد أو أجزاء أخرى من النبات ، وذلك حسب نوع النبات ومرحلته الفسيولوجية وغيرها من الشروط المحددة لكل نبات . وعموماً هناك مستويات تركيز تعد ملائمة لنمو أغلب النباتات ، وهي تعد على أساس تحليل الأوراق . ويوضح جدول (١) التراكيز الملائمة لإنتاجية عالية لأغلب النباتات . من جانب آخر يسبب نقص عنصر أو أكثر من العناصر الغذائية حدوث أحد أوبعض الظواهر منها مايلي : ـ

١ ـ حدوث تقزم للنبات .

٢ ـ حدوث تشوهات في شكل النبات والثمار .

٣ ـ زيادة فرصة إصابة النبات بالأمراض المختلفة .

٤ ـ حدوث نقص واضح في نمو النبات وإنتاجيته .

٥ ـ انخفاض في الصفات النوعية للمنتج مثل : صغر الثمار ، وتشوهها ، وقلة المحتوى من النشا ، والسكر ، والزيت ، والبروتين .

٦ ـ ظهور أعراض نقص على النباتات في مراحل مختلفة من نموه ، ويوضح جدول (٢) أعراض نقص بعض العناصر الغذائية في النبات .

المركبات المخلبية

المركبات المخلبية (Chelating Compounds) مركبات عضوية ترتبط بالكاتيون المعدني (يحمل شحنة موجبة) مكونة معقد حلقي يتوسطه ذلك الكاتيون فتحدث له حماية من تفاعلات الترسيب أو الأكسدة أو الإختزال . تستخدم المركبات المخلبية للتغلب على مشاكل تسميد العناصر الصغرى (حديد ،

الأوراق السفلى (المسنة)			
العنصر	الأعراض الظاهرية للنقص	العنصر	الأعراض الظاهرية للنقص
نيتروجين (N)	خضراء فاتحة إلى صفراء .	كالسيوم (Ca)	تشوه البراعم الطرفية ، تأخر نمو الأوراق الأولية والتصاقها .
فسفور (P)	خضراء صغيرة تميل إلى الإرجواني .	بورون (B)	تبرقش الأوراق ، موت القمم النامية .
بوتاسيوم (K)	بنية من الحواف إلى محترقة .	كبريت (S)	لون اخضر فاتح إلى أصفر في العروق الوسطى .
مغنيسيوم (Mg)	صفراء بين العروق الوسطية ، العروق خضراء	موليبدونوم (Mo)	ذبول الأوراق الصغيرة ، تبقع أبيض .
زنك (Zn)	أوراق صغيرة برونزية اللون .		

● جدول (٢) أعراض نقص بعض العناصر الغذائية .

و نحاس ، وزنك ، ومنجنيز) ونقصها خصوصاً في الأراضي الجيرية التي تثّبت هذه العناصر فيقل تيسرها للنبات ، وقد أعطت المركبات المخلبية نتائج جيدة في الترب الجيرية في المملكة العربية السعودية حيث فاقت فعاليتها فعالية المركبات غير المخلبية (معدنية) بحوالى ٣ ـ ٥ مرات .

تأتي المركبات المخلبية التي يكون داخلها العنصر الغذائي المعين إما على شكل مركبات طبيعية (Natural) تنتج بوساطة النشاط الإحيائي في التربة ، ومن أمثلة ذلك الأحماض الأمينية ، وإما على شكل مركبات صناعية تحضر لإحداث خلب (Chelation) لمسك العنصر المعين ، ومن أمثلة ذلك مخلبيات ، (EDTA, DTPA, HEDTA, EDDHA) شكل (١) .

ويجب أن تتوفر في المركبات المخلبية الشروط الآتية :ـ

١ ـ أن تكون سهلة الإمتصاص بوساطة أوراق النبات .

٢ ـ أن تكون عديمة السمية للأوراق أو الثمار وسهلة الغسل منها .

٣ ـ أن تكون زهيدة الثمن نسبياً .

٤ ـ أن تكون ذات فعالية عالية في علاج نقص العنصر المعين أو العناصر المعينة .

التسميد الورقي

زاد الإهتمام في الوقت الحاضر بإستخدام التسميد الورقي (Foliar Fertilization) ، وهي طريقة لرش النبات بمحاليل تحتوي على العناصر الغذائية خصوصاً العناصر الصغرى والنيتروجينية « اليوريا » كوسيلة جديدة للتسميد خصوصاً في الأراضي الجافة وشبه الجافة كما هو الحال في أراضي المملكة العربية السعودية حيث يعاني النبات من نقص هذه العناصر . يطلق على هذه الطريقة أيضاً « التغذية اللاجذرية » أي تزويد النباتات بإحتياجاتها الغذائية عن طريق المجموع الخضري وليس المجموع الجذري . وقد انتشرت هذه الطريقة بشكل كبير في الزراعة في المملكة بعد استعمال طرق الري الحديثة مثل الري المحوري ، والتنقيط . وترجع أهمية هذه الطريقة إلى أن بعض العناصر وخصوصاً الصغري يصعب أحياناً إضافتها وتوزيعها بالطرق التقليدية ، كذلك فإن إضافة العنصر الغذائي عن طريق رشه على الأوراق يعطي معدل إفادة أكبر لتفادي التفاعلات غير المرغوب فيها بين العنصر ومكونات التربة خصوصاً كربونات الكالسيوم ($CaCO_3$) مما يؤدي غالباً إلى تثبيت العنصر ، وبالتالي تقل الإستفادة منه من قبل النباتات ، وتبرز أهمية هذه الطريقة أيضاً عند إصابة جذور النباتات ببعض الإصابات مثل النيماتودا ، أو لإرتفاع ملوحة التربة ، مما يقلل من قدرة الجذور على إمتصاص العناصر من التربة .

يدخل المحلول السمادي عن طريق الرش من خلال الثغور والكيوتيكل والتشققات في الأوراق .

$(HO{-}CO{-}CH_2)_2N{-}CH_2CH_2{-}N(CH_2CO_2H)_2$

Ethylene Diamine Tetra Acetic Acid (EDTA)

$\bar{O}{-}CO{-}CH_2N\left[-CH_2CH_2N(CH_2{-}CO{-}\bar{O})_2\right]$

Diethylene Triamine Penta Acetic Acid (DTPA)

$HOCH_2CH_2N(CH_2CO_2H){-}CH_2CO_2H{-}N(CH_2CO_2H)_2$

Hydroxy Ethylene Diamine Tri Acetic Acid (HEDTA)

Ethylene Diamine DiHydroxyphenyl Acetic Acid (EDDHA)

● شكل (١) الصيغ الكيميائية لبعض المواد المخلبية .

وعند إجراء عملية الرش يجب التنبه إلى ما يلي :-

١ - إختيار الرقم الهيدروجيني المناسب لمحلول الرش ودرجة تركيزه ، حيث أن المحاليل المركزة تسبب ضرراً وتسمماً للنبات فضلا عن تراكم الأملاح على سطح الورقة مما يسبب حرقاً كيميائياً لها .

٢ - إستعمال مواد منشطة سطحياً (Surfactants) لتساعد على إبتلال وإلتصاق محلول الرش بسطح الورقة ، ومن أمثلة هذه المواد صابون الـ (Teepol) .

٣ - إختيار العمر المناسب للنبات عند إجراء الرش ، ومن أفضل الأعمار عندما يكون النبات في قمة نشاطه الفسيولوجي وعندما يكون لديه سطح خضري كاف لإستقبال محلول الرش .

٤ - إجراء عملية الرش في الصباح الباكر بعد تطاير قطرات الندى أو قبل غروب الشمس وتجنب الرش وقت الظهيرة أو عند أوقات الحرارة الشديدة .

٥ - تجنب الرش ضد الرياح ووقت اشتدادها .

٦ - تجنب الرش وقت سقوط الأمطار أو عند توقع نزولها .

٧ - يراعى قدر الإمكان رش السطح السفلي للورقة مع التركيز على الأوراق حديثة النمو .

المادة العضوية

تتكون المادة العضوية (Organic Matter) بالتربة من مخلفات نباتية وحيوانية قابلة للتحلل ، ومع أن معظم الأراضي الزراعية تحتوى على ١ - ٥٪ فقط من المادة العضوية فإن هذه الكمية الصغيرة يمكنها تغيير الخواص الطبيعية للتربة وتؤثر على خواصها الكيميائية والحيوية ، وتعد المادة العضوية مؤشراً هاماً لخصوبة وحيوية التربة ، فهي تساعد على تكوين البناء (Structure) الجيد للتربة وتحسين التهوية ونفاذية الماء وتقليل النخر (Erosion) بواسطة الماء والرياح ، ومن الناحية الكيميائية تعد المادة العضوية مصدراً لكل النيتروجين تقريباً ، وحوالي ٨٠٪ من الكبريت ، وبعض العناصر الصغرى .

تعد المادة العضوية في تغير مستمر ، عليه لابد من تعويضها بإستمرار حتى تحافظ التربة على خصوبتها وإنتاجيتها ، وعموماً تزداد نسبة المادة العضوية في المناطق الباردة والمعتدلة ذات الغطاء النباتي الكثيف والأمطار العالية ، وتقل في المناطق الجافة وشبه الجافة قليلة الأمطار وقليلة الغطاء النباتي ، حيث تعمل الحرارة العالية على أكسدة المادة العضوية وفقدها كما هو الحال في معظم أراضي المملكة العربية السعودية .

تختلف المواد العضوية في نوعها وتركيبها ، وعموما فهي تركيب معقد يتكون أساساً من الكربون (> ٥٠٪) وكميات أقل من الأكسجين والهيدروجين وكميات قليلة من النيتروجين ، والكبريت ، والفوسفور ، وعناصر أخرى .

وتتكون المادة العضوية من مجاميع مختلفة مثل : اللجنين ، والسليلوز ، والبروتينات ، والكربوهيدرات ، والزيوت ، ومواد معقدة أخرى . ويؤدي تحلل هذه المواد إلى تكوين الدبال (Humus) وهو عبارة عن مادة داكنة اللون تتكون من خليط من مركبات متحللة ومركبات صعبة التحل ، ونتيجة لإستمرار عملية التحلل فان الدبال يعد مركب غير ثابت ، وأن نسبة ثباته تعتمد على توفر الظروف المناسبة لذلك ، ويقدر معدل تحلله سنوياً بحوالي ٢ - ٣٪ .

يعد الدبال مفيد لتحسين خصوبة التربة بجانب فوائده الفيزيائية والكيميائية خصوصاً في التربة الرملية الفقيرة بالعناصر الغذائية وذات الخواص الحيوية والطبيعية الرديئة ، ويكوّن الدبال مادة غروية (Colliod) ذات سعة تبادلية كاتيونية عالية فضلا عن أنه يساعد التربة على الإحتفاظ بالماء .

وعموماً يمكن إجمال فوائد المادة العضوية للتربة والنبات فيما يلي :-

١ - مصدر لحوالي ٩٠ - ٩٥٪ من النيتروجين في التربة غير المسمدة إضافة إلى كميات متوسطة من الفوسفور والكبريت اللذان يتواجدان بكميات ميسرة للنبات عند تواجد الدبال بكمية محسوسة (٢٪) .

٢ - مادة مخلبية (Chelate) تعمل على تيسر العناصر الصغرى للنبات .

٣ - مادة عازلة تعمل على تقليل درجة الحرارة في الصيف وتدفئة التربة خلال الشتاء .

٤ - تُحد من تعرية وجرف التربة (Soil Erosion) .

٥ - تُحسِّن من تهوية التربة خصوصاً في الترب الطينية الثقيلة .

٦ - تزيد من قدرة التربة على الإحتفاظ بالماء .

٧ - تُعد مصدراً للطاقة اللازمة للكائنات الدقيقة في التربة وبالتالي تساعد على زيادة النشاط الحيوي فيها .

٨ - تُحسِّن من قوام وبناء التربة .

٩ - تُقلل من فقد العناصر الغذائية بالغسيل (Leaching) .

١٠ - تحتوي على مواد منشطة للنمو مثل الهرمونات والفيتامينات .

الكائنات الدقيقة في التربة

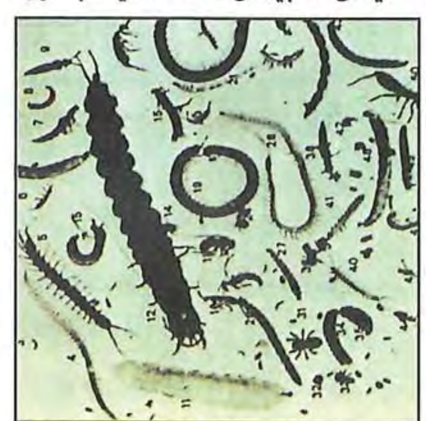
د. فهد ناصر إبراهيم البركة



لايشعر الإنسان وهو يسير على سطح التربة أن تحت أقدامه بلايين من الكائنات المستوطنة بها، وباستثناء الكائنات الضارة تعد أغلب كائنات التربة ذات فوائد متعددة للإنسان . فعن طريق عمليات تحلل (Decompositon) المخلفات العضوية مثلاً تعمل الكائنات الحية على مد النبات بكثير من العناصر الغذائية فضلاً عن أن نواتج التحلل قد تكون ذات أهمية في تحسين الصفات الفيزيائية للتربة ، وفي تثبيت بعض المعادن الثقيلة والمبيدات وبذلك تساهم في منع تلوث البيئة . إضافة لذلك تشكل الكائنات الحية في التربة بيئة ملائمة لتحلل بعض المبيدات ، وكذلك لتصنيع بعض المضادات الحيوية ، وعليه فإنه بغض النظر عن التعريفات الأخرى للتربة الزراعية فإنها ـ بسبب ما تحتويه من مجاميع إحصائية ـ تعد جسماً حيوياً يتغير نشاطه بحسب ما يحتويه من مكونات صلبة (مادة معدنية وعضوية) وسائلة وغازية ، وبحسب الظروف المحيطة من درجة حرارة ورطوبة وغيرها.

تشمل الكائنات الحية في التربة كلا من الكائنات التي يمكن رؤيتها بالعين المجردة وتسمى بالكائنات الكبرى ، صورة (١) ، والكائنات التي لايمكن رؤيتها إلا بمساعدة المجهر وتسمى بالكائنات الدقيقة (Microor-ganisms) . ومن أمثلة الكائنات الكبرى في التربة كل من الديدان الأرضية ومفصليات الأرجل والعناكب والنيماتودا والنمل الأبيض ، أما الكائنات الدقيقة فمن أمثلتها البكتيريا والاكتينوماسيتات (الفطريات الشعاعية) والفطريات والطحالب والأوليات والفيروسات .

يمكن التعبير عن نشاط الأحياء بصورة عامة والمجهرية منها بصفة خاصة بقياس أعدادها المختلفة باستخدام طريقة استنبات كل نوع منها في أطباق (Culture Plates) تحتوي الوسط الذي ينمو فيه كائن معين من تلك الكائنات ثم تغيير الوسط لاستنبات كائن آخر لحصر أعداده وهكذا ، أو بطرق حديثة تعتمد إما على كمية الطاقة المختزنة في الكائن الحي وذلك بقياس كمية الأدينوزين ثلاثي الفوسفات (Adinosine Triphosphate-ATP) أو على العد المجهري للكائنات المختلفة . أو على قياس حجم الكتلة الحية (Biomass) الذي يعبر عن نشاط هذه الأحياء ويعد مؤشراً لمدى خصوبة التربة . وتقدر الكتلة الحية للأحياء الموجودة في التربة بحوالي ٠,٥ ـ ٤,٠٠ طن أو أكثر لكل هكتار من التربة « لعمق ١٥سم» . سيتناول هذا المقال أهمية الكائنات الدقيقة في التربة ودورها في إمداد النبات بالعناصر الغذائية المختلفة .



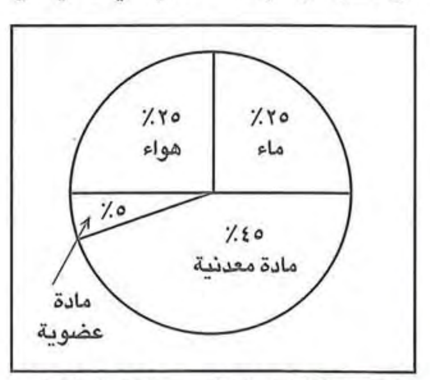
● بعض الكائنات المشاهدة بالعين المجردة .

الكائنات الدقيقة ومكونات التربة

يختلف النشاط الإحيائي للتربة باختلاف مكوناتها التي تشمل بجانب الكائنات الدقيقة كل من الجزء المعدني والعضوي إضافة إلى محلول ماء وهواء التربة ، شكل (١) ويمكن تفصيل تأثير تلك المكونات على نشاط الكائنات الدقيقة في التربة فيما يلي :ـ

● الجزء المعدني

تشكل المادة المعدنية الهيكل الأساسي للتربة ، وهي تنتج من تفتت الصخور والمعادن بالتعرية لتصبح بمرور الزمن مادة مختلفة عن الصخر الأصلي الذي تكونت منه ، وتتكون المادة المعدنية في التربة من خليط معدني ذا أقطار مختلفة « حبيبات رمل وغرين وطين » ، وتعد حبيبات الطين ومعادنه من أكثر المجموعات فعالية في التأثير على



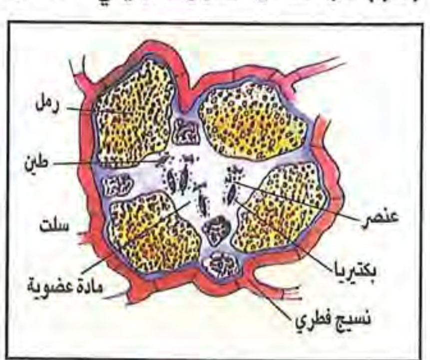
● شكل (١) المكونات الحجمية لتربة مثالية .

الكـائنات الحيـة الـدقيقة ، حيث يتميـز الطين بسطحه الكبير مقـارنة مع وزنه مما يـزيد من قدرته التبادلية وبالتالي على النشاط الإحيائي ، كما يـؤثـر نـوع معـدن الطين على الكـائنـات الدقيقة ونشـاطها ، فقد لوحظ مثـلاً أن إضافة معدن طين المونتموريلونيت (Montmorillonite) بنسبة قليلـة لبيئات النمو الغـذائية للكـائنات الحية يقلل مـن معدل تنفس الفطريـات بسبب لزوجة هذا المعدن وتمدده بـالمياه مما يؤثر على حركـة الأكسجين اللازم لنمو الفطـريات ، وفي نفس الوقت يتسبب هذا المعدن في زيادة نشاط البكتيريـا بسبب زيادة سطحـه النوعي الـذي يجعل لـــه القـدرة على ادمصـاص إيـــونـات الهيـدروجين المتكونة أثنـاء التمثيل الغـذائي للبكتيريا واستبدالها بكاتيونات قاعدية تساعد على عدم تعرض الرقم الهيدروجيني في الوسط للتغيرات الشديدة .

من جانب آخر تعد حبيبات الغرين والرمل أقل تأثيراً على نشاط الكـائنات الحية الـدقيقة بالمقـارنة مع الطين ولكـن وجودهما ضروري لدورهما الهام في حركـة الهواء والماء في التربة ، شكل (٢) ، تـوجـد حبيبات التربـة في صـورة تكتلات (Aggregates) بدرجات مختلفة ، تلعب الأحيـاء الدقيقـة دوراً هامـاً في تكوينهـا حيث تقـوم الفطـريات والاكتينـوميستـات بتجميع هذه الحبيبات وربطها ميكانيكياً ، إضافة لذلك تنتج الأحيـاء المجهريـة سكريـــات متعـددة (Polysaccharides) ومركبـات عضوية تسـاعد علي تجميع وثبـات بنـاء التربـة الـذي ينعكس أثره في تحسين تهويتها .

● الجزء العضوي

إضـافة إلى أهميتـه في تحسين الصفـات الفيـزيائيـة والكيميائيـة للتربة ، تعـد المادة العضوية مهمة جداً للنشاط الإحيائي للتربة بسبب أنها تشكل المخزن الـرئيسي للعناصر



● شكل (٢) أحجام بعض مكونات التربة والفراغات البينية بين الحبيبات .

الغذائيـة للكائنـات الدقيقـة . وتعكس كمية المادة العضـويـة في التربـة نشـاط الأحيـاء الدقيقة وأعـدادها ، إذ تحتوي الترب الفقيرة في المادة العضوية أعداداً قليلـة من الكائنات الدقيقة مقارنة بالترب الغنية بهذه المادة .

وتعـد نسبـة الكـــربـون للنيتروجين في التربة عامل هام في نشـاط الكائنات الدقيقة حيث أنها تستخــــدم هـــذيـن العنصرين كمصدر للطاقة وبناء أنسجتها ، ولذلك فإن كمية الكربون إذا تعدت نسبة معينة (عشرة أضعـاف كمية النيتروجين) فـإن الكائنـات الدقيقة سـوف تلجأ إلى تعويض النقص من النيتروجين من التربـة نفسهـا ، وهي بـذلك تنافس النبات على هذا العنصر .

● محلول التربة

هناك عـادة ارتباط وثيق بين الماء والهواء في التربة حيث تعني زيـادة الهواء قلة في الماء والعكس . وبسبب حـاجـة الأحياء الـدقيقـة للماء بشكل أسـاس فإن النشـاط الأحيـائي يقل بشكل كبير في حالة الجفاف ، أما في حالة الـرطـوبـة الزائدة فـإن الكائنـات الـدقيقـة الـلاهـوائيـة تنشـط وتتكـاثـر لتحلل المواد العضـويـة بشكل غير كـامل منتجـة بـذلك مركبات وسطيـة قد تكون سامـة للنباتات ، كما تختـــزل أمــــلاح النترات والكبريتـــات والفوسفـات وتتحول إلى صور غير مـلائمة للنبـاتات . وتتـوقف بعض العمليات الهامـة أحيـــائيـــاً مثل التـأزت وأكســدة الكبريت بالإضـافة إلى ازديـاد أعداد الأوليات في الطبقة السطحيـة من التربـة الغـدقـة (عــديمـة الأكسجين) فتتغذى على البكتيريـا النافعـة . من جـانب آخر يعـد وجود نسبـة عاليـة من الأمـلاح في محلـول التربـة ــ كما في التربـة الملحية ــ غير ملائم للنشـاط الإحيائي لأنـه يجعل الماء غير ميسر للكائنات الدقيقة بسبب الضغط الاسموزي العـالي مما يـؤدي إلى قلة النشاط الأحياء في هذا النوع من التربة .

● هواء التربة

يمـد هـواء التربـة المجموعـة النبـاتيـة والأحياء الدقيقة بـالأكسجين اللازم للنمو ، ويعد العـامل الأساسي في عمليـات الأكسدة والاختـزال في التربة ، ويختلـف هواء التربـة عـن الهـواء الجوي في التركيب وذلـك بسبـب النشاط الأحيائي ، وتختلف الأحيـاء الدقيقة في مـدى تأثـرهـا بـالتغيرات التي تحدث في تركيب هواء التربة وذلك كما يلي :ــ

* الهوائيـة الحتميـة (Strict Aerobes) : وهي كائنات لاتنمو في غياب الأكسجين.
* اللاهوائية الحتمية (Strict Anaerobes) : وهي كائنات لاتنمو في وجـود الأكسجين.
* شبه هوائية (Microaerophilic) : وهي كـائنـات تنمـو في وجـود نسبـة قليلـة من الأكسجين ، وهي واسعة الانتشار في التربة.
* هوائية اختيـارية (Facuttative Aerobes) : وهي كائنات لاتتأثر بوجود أو غياب الأكسجين .

الكائنات الدقيقة وتكوين التربة

تحتوي التربة عـادة على أعداد كبيرة من البكتيريا والفطريات والطحالب، جدول (١). وتختلف أعـداد تلك الكـــائنـــات بـاختـــلاف الظـروف البيئيـة للتربة ونـوعهـا . ففي ظل توفر الأكسجين مثلا تكون السيادة للبكتيريا والفطـريـات ، أمــا في غيــاب الأكسجين فإن البكتيريـــا ستكـــون هي الســـائدة وتنتشر الطحالب على سطح التربة عند تـوفر الرطوبة اللازمة مع الضـوء. ورغم تميز البكتيريا على غيرها مـن الأحياء الـدقيقة بسرعـة تكاثـرها وقـــدرتها الكبيرة على تحليل أنـــواع كثيرة ومختلفـــة من المواد الطبيعيـــة إلا أن دور الفطريات والطحـالب في تكوين التربة لايمكن تجاهلـه حيث تعـد الفطـريـات المســؤول الأول عن تحليل المواد العضـويـة في الـــترب الحمضية، كما أن الطحالب تلعـب دوراً هاماً في المنـاطق الجافـة وشبـه الجافة وخـاصـة الطحالب الخضراء المزرقة (Blue Green Algae) والتي تستطيع أن تقـــوم بعمليـــة البنـــاء الضوئي في الأماكن الصخرية في الصحراء في مواجهـة ظروف قاسية ممـا يضيف لعوامل التجويـة الكيميائيـة والفيزيـائية للصخـور عـامـلاً حيـويـاً . وعمـوماً يمكن إجمال أثـر الكائنات الحية في تكوين التربة فيما يلي :ــ

المجموعة	العدد التقريبي /جم تربة جافة
البكتيريا	$٣ \times ١٠^{٦} - ٥ \times ١٠^{٨}$
الاكتينوميستات	$١ \times ١٠^{٢} - ٥ \times ١٠^{٧}$
الفطريات	$٥ \times ١٠^{٣} - ٩ \times ١٠^{٥}$
الطحالب	$١ \times ١٠^{٣} - ٥ \times ١٠^{٥}$
النيماتودا	٥٠ – ٢٠٠

● جـدول (١) الأعداد التقريبية للأحياء الشائعة في التربة .

١ـ تحليل معادن الألمنيو سليكات (Alumino Silicate) بوساطة بكتيريا من جنس *(Pseudomonas Bacillus)* وفطريات من جنس *(Mucor Penicillium)*.

٢ـ تفرز بعض أجناس البكتيريا مثل *(Pseudomonas)* حامض ألفا كيتوجلوكونك (a-Ketogluconic Acid)، وهو حامض هام في إذابة السليكات (SiO_2) عن طريق زيادة معدل ذوبان الحديد والألمنيوم. مما يؤثر على ذوبانية الكالسيوم والفوسفور.

٣ـ تمتص بعض الفطريات مثل *(Aspergillus Fumigatus)* عنصر البوتاسيوم من معدن المايكا (Mica) ليحل محله عنصر الصوديوم عن طريق عملية التبادل الأيوني، وبذلك يتحول معدن المايكا ـ بمرور الزمن ـ إلى معدن فيرمكيولايت (Vermiculite).

٤ـ يؤدي نشاط الأحياء الدقيقة في التربة إلى حدوث تغيرات كثيرة في صور العناصر الضرورية لنمو النبات، ومن أمثلة ذلك يمكن للكائنات الدقيقة تحليل المادة العضوية. وإطلاق بعض العناصر الغذائية في صورة جاهزة للنبات، وهو مايعرف بالمعدنة (Mineralizaton)، ومن أهم المعادن التي يمكن تحويلها من الحالة العضوية إلى حالة جاهزة للنبات كل من النيتروجين والفوسفور والكبريت. وفي المقابل فإن التربة إذا لم تحتوي على مادة عضوية تكفي لحياة الكائنات الدقيقة وتكاثرها فإنها تلجأ إلى المواد المعدنية في التربة لبناء أجسامها مما يحول المواد المعدنية إلى مواد عضوية غير جاهزة للنبات، وتسمى هذه العملية بعملية التمثيل (Immobilization)، وهي عملية تعد هامة من الناحية البيئية عندما تتحول المعادن الثقيلة مثل الزئبق والرصاص إلى مواد عضوية عديمة الامتصاص بوساطة النبات.

إضافة لذلك تمثل بعض أحياء التربة غذاء للإنسان، ومن أمثلة ذلك فطر الكمأة «الفقع» (Truffles)، وفطر عش الغراب (Mushroom)، الذي رغم وجود بعض من أنواعه السامة في التربة إلا أنه أحد المواد الغذائية الهامة للإنسان. وللكائنات الحية الدقيقة أيضاً دور كبير في تخليص الإنسان من النفايات التي لو تراكمت دون تحلل لغطت وجه الأرض ومنعت النشاط الإنساني بكامله. كما لايخفى دورها في إنتاج المضادات الحيوية (Antibiotics) مثل مادة البنسلين المستخرجة من فطر *(Penicillium notatum)*، وفضلاً عن ذلك لايخفى دور الأحياء الدقيقة في إنتاج لقاحات العقد البكتيرية ولقاحات الفطريات الجذرية (Mycorrhiza) والكائنات الدقيقة المذيبة للفوسفور، وكذلك في تيسير العناصر الغذائية خاصة في تثبيت النيتروجين الجوي بالتربة



● فطرة الكماة (الفقع).



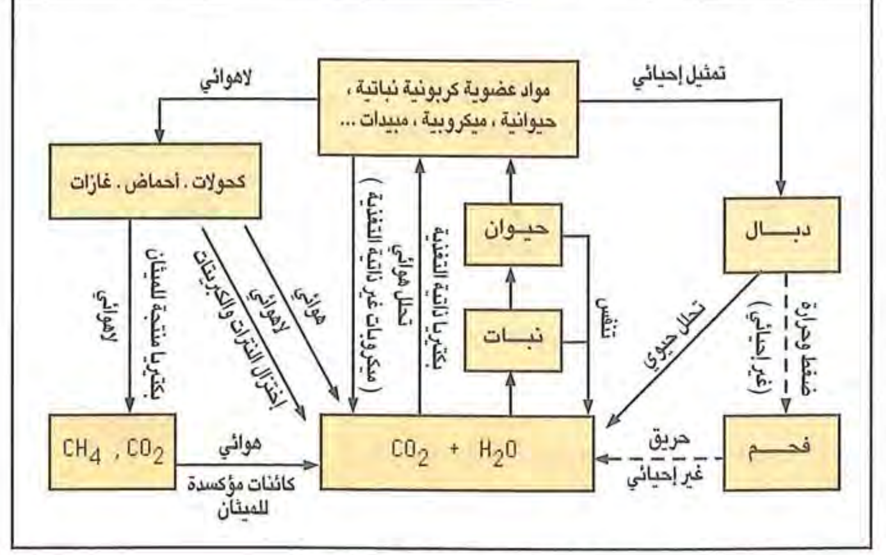
● فطر بنسيليوم نوتاتم.

ومعدنة الفوسفور والكبريت والحديد والبوتاسيوم والمنجنيز والزنك، فضلاً عن تحليلها للمبيدات وبقايا الأسمدة في التربة مما يقلل من تلوث البيئة بهذه المركبات الكيمياوية.

من جانب آخر تعمل الكائنات الدقيقة على إنتاج البيوغاز (Biogas) الذي يمكن استغلاله كمصدر بديل للطاقة خاصة في الأماكن الريفية.

دورة الكربون

رغم أن عنصر الكربون ليس من العناصر الأكثر انتشاراً على وجه الأرض إلا أنه يلعب دوراً هاماً في حياة جميع الكائنات، ويدور هذا العنصر في دورتين إحداهما في الأرض والثانية في الجو، شكل (٣)، حيث يوجد غاز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي الذي يتحول إلى صورة عضوية بفعل الكائنات الحية الدقيقة ذاتية التغذية (Autotrophic) مثل العديد من أجناس البكتيريا والطحالب التي لها القدرة على القيام بعملية البناء الضوئي في غذائها وبناء خلاياها وللحصول على الطاقة اللازمة لها. وعليه فإن الكربون يدخل بدوره في تركيب البروتين والسليلوز وكثير من المركبات العضوية داخل أجسام هذه الكائنات، وعند موت هذه الكائنات وتحللها فإنها تضيف كمية من المواد العضوية إلى التربة إضافة إلى بقايا النباتات من أوراق متساقطة وقلف أشجار وإفرازات للجذور والأسمدة



● شكل (٣) دورة الكربون في الطبيعة.

الحيوانية التي تقوم الأحياء الدقيقة غير ذاتية التغذية (Hetrotrophic) بتحليلها للحصول على الطاقة وبناء أجسام جديدة . كما أنه لايمكن لمكونات المادة العضوية المضافة للتربة أن تحلل كلها بسرعة واحدة ولكن في المقابل فإن المواد القابلة للذوبان في الماء تكون الأسرع في التحلل يليها النشا والسليلوز ثم الهيمسليلوز وأخيراً اللجنين الذي يعد الأبطأ سرعة في التحلل ، وبعد انتهاء فترة التحلل تتكون مادة عضوية معقدة التركيب يطلق عليها الدبال (Humus) . ويصاحب عملية التحلل انطلاق غاز ثاني أكسيد الكربون حيث يزيد محتواه في التربة .

تعمل الكائنات الدقيقة في ظل الظروف الهوائية على استهلاك حوالي ٢٠ ـ ٤٠٪ من كربون المادة العضوية التي تحللها لبناء اجسامها ـ عملية تمثيل الكربون (Carbon Assimilation) ـ أما بقية الكربون في المادة العضوية فإنه يتحول إلى غاز ثاني أكسيد الكربون ، وتعد فطريات التربة أكثر كفاءة عن غيرها في تمثيل المادة العضوية لبناء أجسامها ، تليها البكتيريا الهوائية فالبكتيريا اللاهوائية . وتحتاج الكائنات عند تمثيلها للكربون لبناء اجسامها إلى نيتروجين وفوسفور وبوتاسيوم وكبريت فإذا كانت المادة العضوية غنية بهذه العناصر فإن الكائنات تأخذ مايكفي حاجتها وما تبقى من هذه العناصر يستفاد منه في صورة معدنية ميسرة للنباتات في التربة ، أما إذا كانت المادة العضوية فقيرة في هذه العناصر فإن الكائنات تلجأ إلى العناصر الموجودة في التربة لأخذ حاجتها منها وبذلك تحولها من الصور المعدنية الميسرة للنباتات إلى صورة عضوية غير ميسرة (Immobilization) ،



فطر الأسبيرجلس(Aspergillus) .

وتعد هذه العمليات ذات أهمية كبيرة في تغذية النبات وخصوبة التربة إذ أن المادة العضوية إذا كانت فقيرة في عنصر ما (مثل النيتروجين) فلابد من إضافة هذا العنصر مع المادة العضوية للتربة قبل الزراعة بفترة كافية للتحلل دون إخلال بكميات النيتروجين في التربة حيث لايعاني النبات نقصاً في العناصر الميسرة.

تقوم الكائنات الدقيقة بإفراز إنزيمات خارجية (Extracellular Enzymes) لتحليل المركبات العضوية المعقدة مثل الكربوهيدرات أو البروتينات ، وبعد أن يتم تحليلها إلى مركبات ابسط ذائبة مثل الجلوكوز فإن الكائنات الدقيقة تقوم بامتصاصها وتحليلها للحصول على الطاقة واستخدامها في البناء بواسطة انزيمات داخلية (Intracellular Enzymes) تفرز داخل الخلية كما في المعادلة التالية :ـ

$$(C_2H_{12}O_5)_n + H_2O \longrightarrow C_6H_{12}O_6$$

سليلوز ـــ جلوكوز

دورة النيتروجين

يعد النيتروجين واحداً من أهم العناصر التي يحتاجها الكائن الحي لبناء البروتين والأحماض الأمينية والنووية التي تتوقف عليها معظم العمليات الحيوية له . فالإنسان يتغذى على الحيوانات والنباتات ليحصل منها على حاجته من هذا العنصر ، أما الحيوان فيحصل على حاجته عن طريق تناول النباتات . وتعتمد النباتات بدورها على التربة للحصول على النيتروجين مما يجعلها من أكبر العوامل التي تقلل من كمية هذا العنصر في التربة . ولاتستطيع النباتات استخدام النيتروجين إلا في صورة معدنية (NH_4^+ NO_3^-) سهلة الامتصاص ولهذا فإن جميع العمليات التي تسهل معدنة النيتروجين وتيسره في التربة تعد بالغة الأهمية لخصوبتها ، كما أن النيتروجين يعد من العناصر القليلة القابلة للفقد بالغسيل أو التطاير من التربة ، جدول (٢) ، مما يجعل وضعه حساساً بشكل كبير في الإنتاج الزراعي . ويضاف النيتروجين للتربة ـ غالباً ـ في صورة أسمدة معدنية نتراتية أو أسمدة عضوية طبيعة (سماد

اكتساب النتروجين	فقدان النتروجين
إضافة الأسمدة	استهلاك النباتات
تثبيت النتروجين	عكس التأزت
بقايا النباتات	التطاير
الإمطار والفيضانات	الغسيل والانجراف والتجوية

جدول (٢) إكتساب وفقدان النتروجين في التربة .

بلدي ـ سماد مجاري) . وتلعب الكائنات الحية دوراً كبيراً في تيسير هذا العنصر الهام وتحوله من صورة لأخرى ومن حالة لحالة، وقد تحدث جميع هذه العمليات الحيوية الهامة في وقت واحد.

تعد معدنة النيتروجين (Nitrogen Mineralization) من أهم العمليات الحيوية ، وهي شبيهة بما يحدث في المادة العضوية (معدنة الكربون) حيث يتم فيها تحويل جزء من النيتروجين العضوي إلى نيتروجين معدني ، يدخل جزء منه داخل خلايا الكائنات الدقيقة أثناء عملية التمثيل (Immobilization) ، وقد يبقى منه جزء ليمتصه النبات ليفقد بالتطاير من التربة على شكل غازات النيتروجين المختلفة (NO, NO, N_2) أو بالغسيل ، و لكثير من أحياء التربة الدقيقة المقدرة على معدنة النتيروجين ، ومن ذلك بكتيريا *(Pseudomonas Bacillus)* وفطريات *(Aspergillus)* و*(Rhizopus mucor,)* والأكتينوميسينات من جنس *(Streptomyces Nocardia)* . وتتأثر عملية المعدنة بشكل كبير بالعوامل البيئية من رطوبة وحرارة و pH . إضافة لذلك قد يحدث للنيتروجين الموجود في المادة العضوية عملية نشدرة (Ammonification) ـ إنتاج الأمونيا (NH_3) ـ ثم تتأكسد إلى نترات ليستفيد منها النبات بعملية التأزت (Nitrification) كما في المعادلة التالية :

$$NH_3 \rightleftharpoons NH_4^+ \xrightarrow{\text{Nitrosomonas}} NO_2^- \xrightarrow{\text{Nitrobacter}} NO_3^-$$

وتعد عملية تثبيت النيتروجين من الهواء الجوي ، جدول (٣) ، من الأدوار الهامة للأحياء الدقيقة حيث أن حوالي ٨٠٪ من الهواء الجوي عبارة عن نيتروجين في شكل غاز خامل لايستفاد منه . وتضاهي

هـذه العملية في أهميتها عملية التمثيل الضوئي لاستمرار الحياة على سطح الأرض . حيث أن هناك كمية قليلة من غاز النيتروجين يمكن تثبيتها طبيعياً بواسطة البرق لتنزل مع قطرات المطر على التربة على شكل أيونات أمونيوم أو نترات ، ورغم أنه يمكن تصنيع النيتروجين على شكل أسمدة إلا أن النيتروجين يثبت بواسطة أحياء التربة الدقيقة سواء الحرة في التربة مثل بكتيريا من جنس (Azotobacter) أو البكتيريا المتكافلة مع النباتات البقولية مثل جنس (Rhizobium) . ففي حالة بكتيريا الـ (Azotobacter) يقوم إنزيم النيتروجينيز الذي يفرز خارجياً من هذه الأحياء ـ عند توفر مصدر للطاقة ـ باختزال النيتروجين الغازي إلى أمونيا كما في المعادلات التالية :ـ

$N_2 + H_2 \longrightarrow N_2H_2$ (دايا مايد)

$N_2H_2 + H_2 \longrightarrow N_2H_4$ (هيدرازين)

$N_2H_4 + H_2 \longrightarrow 2NH_3$ (أمونيا)

وتتحول الأمونيا بدورها داخل الكائن الحي إلى حامض القلوتاميك (Glutamic) الذي يدخل في تكوين الأحماض الأمينية المكونة للبروتينات ، وبعد موت هذه الكائنات وتحللها في التربة ينطلق منها النيتروجين بعملية المعدنة إلى التربة في شكل ميسر وجاهز للنباتات ، كما أن العقد البكتيرية الموجودة على النباتات البقولية ، تمد النبات بإنتاج مصنع البكتيريا التكافلية مباشرة من النيتروجين مما قد يساهم في تقليل كميات الأسمدة النيتروجينية المضافة للتربة ويقلل من تلوث التربة والمياه بالنترات .

اللقاحات الحيوية

تعد اللقاحات الحيوية مصادر غذائية للنبات رخيصة الثمن مقارنة مع الأسمدة المعدنية ، وهي تنتج من الأحياء الدقيقة باختيار الكائن الدقيق المطلوب ، ثم إكثاره في مزارع ملائمة ، ونقل النمو إلى حامل مناسب لاستعماله كلقاح للبذور بالتربة تعمل على تيسر العناصر الغذائية للنباتات في التربة ، كما أنها تفرز مواد منشطة للنمو تساعد على إنبات البذور ونمو الجذور ، إضافة إلى مواد مضادة للفطريات المرضة في التربة . ومن أشهر هذه اللقاحات ما يلي :ـ

١ـ لقاح الريزوبيا (Rhizobium) للبقوليات .

٢ـ لقاح (Azotobacterin) وهو يحتوي على بكتيريا *(Aztobacter Chroococcum)* ويضاف للتربة لإمداد النبات بحاجته من النيتروجين المثبت لاتكافلياً .

٣ـ لقاح (Azospierillium) لبذور النجيليات كمثبت حر للنيتروجين في التربة .

٤ـ لقاح الطحالب الخضراء المزرقة (Blue green Algae) لتثبيت النيتروجين في التربة الغدقة المزروعة بالأرز .

٥ـ لقاح فطريات الميكروريزا (Mycorrhiza) الذي يزيد من تسير عنصر الفوسفور خاصة في المناطق الجافة .

٦ـ لقاح (Phosphobacterin) وهو يحتوي على بكتيريا ذات كفاءة عالية في إذابة الفوسفات غير الذائبة بالتربة .

تلوث التربة

يصل للتربة كل عام ملايين الأطنان من المركبات الكيميائية والمخلفات الصناعية ، وتتمثل هذه المركبات في الأسمدة والمبيدات ومخلفات الإنسان . وعليه من المهم جداً وجود الكائنات الحية الدقيقة في التربة لتقوم بتحليل هذه المركبات لتقليل التلوث في التربة عن طريق التخلص من بقايا المبيدات والأسمدة والمواد غير المرغوبة . ولزيادة أهمية المبيدات في السنوات الأخيرة وانتشار استخدامها في كافة أنحاء العالم حيث أصبحت تضاف إلى التربة والنباتات بكميات كبيرة مما قد يؤدي إلى تلوث بيئي بهذه المركبات الكيميائية فسنركز هنا على المبيدات رغم أهمية الدور الذي تلعبه المواد الأخرى في تلوث التربة .

المبيدات

يوجد حالياً في الأسواق حوالي ٦٠٠ نوع من المبيدات (Pesticides) عبارة عن مواد كيميائية عضوية أو معدنية صممت للقضاء على الأحياء التي تهدد الإنسان والحيوان والنبات ، وهي تشمل مبيدات الحشرات (Insecticides) ومبيدات الفطريات (Fungicides) ومبيدات للحشائش (Herbicides) ومبيدات للبكتيريا (Bactericides) ومبيدات للنيماتودا (Nematocides) . ويمكن أن يضاف بعض أنواع هذه المبيدات مباشرة ، على سطح التربة، وأما بعضها فيمكن أن يحقن تحت السطح ، بينما يمكن أن يرش انواع أخرى على اسطح الأوراق وبدوره يصل إلى التربة . ورغم أن المبيدات قد صممت أساساً للقضاء على نوع معين من الكائنات الحية لكن احتمال تأثيرها على الأحياء الأخرى ـ وبالذات الأحياء الدقيقة ذات الأهمية الاقتصادية في التربة ـ قائم بشكل كبير . عليه فمن الصعوبة بمكان أن يقضي المبيد على الآفة المخصصة لها فقط ، وهناك ثلاثة عوامل تتحكم بمدى التأثير السلبي للمبيد على أحياء التربة الدقيقة .

كائنات حرة		كائنات متكافلة	
الكائن الحي	الأمثلة	الكائن الحي	أمثلة العائل المتكافل معه
١ـ البكتريا		Rhizobium	الفول المصري ، البرسيم ،
(أ) غير ذاتية التغذية الكيميائية		Bradyrhizobium	العدس ، فول الصويا ،
ـ هوائية حتمية	Azotobacter	Rhizobium	السنط ، الفول
ـ لاهوائية حتمية	Colostridium		السوداني ، لابقوليات
ـ شبه هوائية	Azospirillum		مثل (Raraspionia)
ـ هوائية اختيارية	Klebsiella	Frankia	كازورينا
(ب) كائنات ذاتية التغذية الكيميائية	Thiobacillus		
(ج) كائنات غير ذاتية التغذية الضوئية	Rhodospirillum		
(د) كائنات ذاتية التغذية الضوئية	Amoebacter		
٢ـ السيانوبكتريا			
(أ) ذات خلايا متحوصلة	Nostoc		
(ب) عديمة الخلايا المتحوصلة	Pleclonema		

جدول (٤) بعض الكائنات الدقيقة المثبتة للنيتروجين .

وهي نوع المبيد وتركيزه ومدة بقائه في التربة. إضافة لذلك فهناك من الأحياء الدقيقة ما يكون حساساً جداً حتى عند التراكيز المنخفضة من المبيدات مثل بكتيريا التأزت (Nitrosomonas) والـ (Nitrobacter) ، وكما أن لمبيدات الحشائش والحشرات بصورة عامة تأثير خفيف على إحياء التربة الدقيقة ـ ما عدا الطحالب ـ مقارنة بالمبيدات الفطرية والنيماتودية .

يتعرض المبيد عند إضافته إلى التربة بطريقة مباشرة أو غير مباشرة إلى عدة عمليات فيزيائية وكيميائية وحيوية ، فمن الناحية الفيزيائية يمكن للمبيد أن يتحرك على سطح التربة بواسطة الرياح أو الماء أو يغسل إلى أعماق التربة ويصل إلى الماء الأرضي وبالتالي تتلوث به مياه الشرب ، كما أن هناك احتمال لتطاير المبيد من سطح التربة بالحرارة مما يؤثر على طبقة الأوزون ، أما من الناحية الكيميائية فإن تحلل المبيد من الممكن أن يحوله إلى صورة أقل خطراً ، أو قد يدمص على أسطح الطين والمادة العضوية وتقل سميته . ويعد التحلل الحيوي للمبيد من أهم العوامل التي تؤثر على المبيد حيث أن الأحياء الدقيقة في تعاملها مع المبيد يمكن تقسيمها إلى مجموعتين وذلك كما يلي :ـ

* **المجموعة الأولى :** ويمكنها أن تحلل المبيد دون استعماله كمصدر للطاقة ، ومن أمثلة ذلك تعمل بكتيريا *(Hydrogenomonas)* على تحلل مبيد الدي دي تي (DDT) المقاوم للتحلل إلى باراكلوفينيل حامض الخل (P.chlorophonylacetic Acid).

* **المجموعة الثانية :** وتستعمل المبيد كمصدر للطاقة والكربون وبالتالي إما أن يتم تحويل المبيد من الحالة السامة إلى حالة غير سامة « إزالة السمية » كتحويل مبيد الحشائش المعروف 2,4 D بواسطة بكتيريا (Arthrobacter) إلى ٢،٤ ثنائي كلوفينول (2,4 dichlorophenol) ، كما يمكن تحويل المواد غير السامة أو قليلة السمية في المبيد إلى مبيد حقيقي سام ، ومن ذلك تحويل مبيد الحشائش (2,4 DB) إلى مبيد (2,4D) الأكثر خطورة وسمية ، أو تحريف مجال التخصص والسمية للمبيد عندما تقوم بعض الكائنات الحية الدقيقة بتحويل مبيد معين لنوع من الأحياء إلى نوع آخر مثل تحويل المبيد الفطري (Pentachlorobenzy alcohol) إلى مبيد قاتل للنباتات يسمى (Pentachlorobenzonic) .



الرسمدة

د . عصام بشور

يعد الري من أهم النشاطات التي مارسها الإنسان على مر العصور والتي كان لها أثر كبير على البيئة المحيطة به . وتعد الحضارة الفرعونية بمصر (٦٠٠٠ سنة قبل الميلاد) أولى الحضارات التي طبقت أسلوب الري معتمدة في ذلك بصفة أساس على مياه نهر النيل ، تلا ذلك الحضارة الأشورية في بابل بالعراق (٤٠٠٠ سنة قبل الميلاد) التي اعتمدت على مياه نهري دجلة والفرات . ومن ثم انتشر الري في مناطق العالم المختلفة وأصبح أسلوباً أساساً يعتمد عليه الإنسان في الزراعة لتأمين مأكله وملبسه .

وقد استخدم الإنسان أسلوب إضافة الفضلات العضوية إلى مياه الري ـ منذ البدايات الأولى للزراعة في العالم ـ لتأمين احتياجات النبات من الماء والغذاء في آن واحد ، وسميت عملية إضافة الأسمدة إلى مياه الري بعدة مسميات منها الري/تسميد، أو الري التسميدي ، أو التسميد من خلال الري وأخيراً سميت بالرسمدة (Fertigation) ، وهو مصطلح علمي طُرح من قِبَل **مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية** في إجتماع الخبراء الاستشاريين لإستعمال الأسمدة والكيميائيات مع مياه الري الذي عقدته منظمة الأغذية والزراعة (FAO) بالقاهرة ، عام ١٩٩١م .

وسيتم هنا ـ بمشيئة الله ـ استخدام مصطلح الرسمدة للإشارة إلى أسلوب التسميد بالري الذي انتشر على نطاق واسع ـ بالملكة العربية السعودية والمناطق المجاورة لها خلال السنوات العشر الماضية ـ في نظام الري الحديث لإستصلاح مساحات واسعة من الأراضي وتحويلها إلى أراضي مروية ومنتجة لمختلف أنواع المحاصيل والخضروات والأشجار .

تتم عملية الرسمدة عن طريق حقن الأسمدة في مياه الري إلا أنه يجب الانتباه إلى ضرورة احتواء نظام حقن الأسمدة ، (Injection pump) على صمام أمان باتجاه واحد يسمح بحركة السماد الذائب بالماء إلى داخل الأنابيب في اتجاه الحقل ولا يسمح بحركته في الاتجاه المعاكس . ويتوفر هذا

النظام حالياً ويستخدمه غالبية المزارعين الذين يطبقون أسلوب الرسمدة بمزارعهم .

أهمية الرسمدة

أفادت الدراسات العديدة التي تم إجراؤها في مناطق مختلفة من العالم وكذلك التي أُجريت في المملكة والمناطق المجاورة لها أن إتباع أسلوب الرسمدة يؤدي إلى نتائج هامة مثل زيادة إنتاجية المحصول ، وتقليل تكلفة التسميد ، والحد من احتمالات تلوث البيئة أو مصادر المياه بالأسمدة الزائدة عن حاجة النبات . ويرجع ذلك بصفة أساس إلى عدة إيجابيات لاستخدام إسلوب الرسمدة منها : ـ

١ ـ توفير جزء كبير من الأسمدة التي تفقد بالغسيل بعيداً عن منطقة إنتشار الجذور مما يؤدي إلى زيادة كفاءة التسميد .

٢ ـ إضافة العناصر الغذائية بمعدلات وتركيبات تناسب مرحلة نمو النبات وإحتياجاته خلال الموسم .

٣ ـ زيادة تجانس توزيع الأسمدة بالحقل بالإضافة إلى توفير الوقت والعمالة وإستخدام الآلات الزراعية .

٤ ـ توفير جزء كبير من العناصر التي تثبت بالأراضي الكلسية مثل عناصر الفوسفور والحديد والزنك والنحاس والمنجنيز كما هو الحال في أراضي المملكة والأراضي المجاورة لها .

٥ ـ استخدام معدلات سمادية معتدلة وإضافتها على دفعات متعددة خلال الموسم مما يقلل من حركة الأسمدة بقطاع التربة وبالتالي من إحتمال حدوث تلوث المياه الجوفية .

الأسمدة الملائمة للرسمدة

هناك عدة مواصفات يجب توفرها في الأسمدة التي يتم استخدامها بنجاح في عملية الرسمدة من أهمها : ـ

١ـ سرعة ذوبانها في الماء وعدم احتوائها على شوائب غير ذائبة قد تؤدي إلى إغلاق فتحات نظم الري . وعلى سبيل المثال يجب عدم خلط المركبات الفوسفاتية مع المركبات التي تحتوي على عنصر الكالسيوم بسبب ترسب فوسفات الكالسيوم .

٢ـ قليلة الضرر للانسان والتربة والنبات والحيوان بسبب أنه لا يدخل في تركيبها مواد سامة .

٣ـ التجانس والتوازن والتوافق مع احتياجات النبات الغذائية في مراحل نموه المختلفة

وتعد الأسمدة السائلة أفضل أنواع الأسمدة للإستخدام بطريقة الرسمدة وخاصة إذا ما توفرت بتكلفة معتدلة ، ويستخدم العديد من المزارعين أسمدة البودرة الذوابة التي تحتوي على نسب مرتفعة من عناصر النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم ، ونسب متوازنة من العناصر الدقيقة (حديد ، زنك ، نحاس ، منجنيز ، بورون ، وموليبدنوم) ، وكذلك عنصر المغنيسيوم ، كما يلجأ بعض المزارعين إلى استخدام مركبات سمادية أحادية أو ثنائية عن طريق إذابتها بمياه الري وإضافتها بتركيزات تختلف حسب إحتياجات النبات ومراحل نموه . ويوضح الجدول (١) أهم التركيبات السمادية التي تضاف مع مياه الري ونسبة العناصر الغذائية بها ومعدلات ذوبانها (جم/لتر) في ٢٠°م .

تركيز العناصر بمياه الري

يعتمد تركيز العناصر بمياه الري على عدة عوامل منها نوع المحصول ، ومرحلة نموه ، وأسلوب التسميد . وقد أفادت الدراسات والتجارب الحقلية إلى أنه بالامكان مضاعفة إنتاج المحصول بالاعتماد على أسلوب الرسمدة لتأمين احتياجات النبات من العناصر الغذائية . ويوضح الجدول (٢) مقارنة بين انتاجية بعض المحاصيل الزراعية المروية (طن/هكتار) عند استخدام كل من نظام التسميد بالرسمدة ، ونظام التسميد العادي. بينما يشير الجدول (٣) إلى حدود تركيز بعض العناصر الغذائية (جم/م٣) في مياه الري لأنواع مختلفة من المحاصيل الزراعية .

أهمية الرسمدة للتربة الكلسية

تنتشر التربة الكلسية في المناطق الجافة وشبه الجافة مثل المملكة ، وتتميز باحتوائها

السماد	نسبة العناصر (٪)	الذوبان (جم/لتر) في ٢٠°م
يوريا	٤٦ نيتروجين	١١٠
نترات الأمونيوم	٣٤ نيتروجين	١١٩
سلفات الأمونيوم	٢١ نيتروجين + ٢٤ كبريت	٧٦
نترات الكالسيوم	١٥ نيتروجين + ٢٦ أكسيد كالسيوم	٣٤٠
أحادي فوسفات الأمونيوم	١٢ نيتروجين + ٦١ أكسيد فوسفور	٢٨
ثنائي فوسفات الأمونيوم	٢١ نيتروجين + ٥٢ أكسيد فوسفور	٦٠
نترات البوتاسيوم	١٣ نيتروجين + ٤٥ أكسيد بوتاس	٣٢
سلفات البوتاسيوم	٥٠ أكسيد بوتاس + ١٨ كبريت	١١
فوسفات مغنسيوم	١٦ أكسيد مغنسيوم + ١٣ كبريت	٧٠
فوسفات بوتاسيوم	٥٢ أكسيد فوسفور + ٣٤ أكسيد بوتاس	٣٣
اسمدة سائلة		انتشار فوري بأي نسبة

● جدول (١) أهم أنواع الأسمدة ونسبة العناصر الغذائيةبها ومعدلات ذوبانها .

المحصول	رسمـــدة (طن/هكتار)	تسميد عـادي (طن/هكتار)
بطاطس	٦٢	٣٧
جزر	٥٤	٤٢
طماطم (بيوت محمية)	٣٠٠	١٢٠
طماطم (حقول مفتوحة)	١٨٠	٥٥
خيار (بيوت محمية)	٢٨٠	١٣٥
بطيخ أحمر	١١٥	٦٠

* المصدر: Papadopoulos, 1991.Fertigation in Cyprus and some other countries of the near East region.

● جدول (٢) إنتاجية بعض المحاصيل الزراعية بالرسمدة، و التسميد العادي.

المحصول	نيتروجين (N)	فوسفور (P_2O_5)	بوتاس (K_2O)
خيار	١٥٠ _ ٢٠٠	٧٠ _ ١٢٠	٢٠٠ _ ٢٢٥
باذنجان	١٣٠ _ ١٧٠	١٢٠ _ ١٤٠	٢٠٠ _ ٢٢٥
فلفل	١٣٠ _ ١٧٠	٧٠ _ ١٢٠	٢٠٠ _ ٢٢٥
طماطم	١٥٠ _ ١٨٠	٧٠ _ ١٢٠	٢٢٥ _ ٣٢٥
بطاطس	١٣٠ _ ١٥٠	٧٠ _ ١٢٠	١٥٠ _ ٢٥٠
لوبيا	٨٠ _ ١٢٠	٧٠ _ ١٢٠	٢٠٠ _ ٢٢٥
فراولة	٨٠ _ ١٠٠	٧٠ _ ١٢٠	٢٠٠ _ ٢٢٥
خس	١٠٠	٧٠ _ ١٢٠	٢٠٠
برتقال شموطي	٣٥	١٠ _ ١٥	١٠ _ ١٥
موز	١٥	–	٦٠
قطن	٤٠ _ ٦٠	٥٠ _ ٧٠	١٢٥
دوار الشمس	٤٠ _ ٦٠	٥٠ _ ٧٠	١٢٥

* المصدر السابق

● جدول (٣) تركيز بعض العناصر الغذائية (جم/م٣) لمحاصيل مختلفة.

على نسبة عـالية من كـربونات الكـالسيوم إلا أنها تفتقـر إلى عناصر أخـرى مثل الفوسفـور والمغنيسيوم والكـالسيوم حيث أنها تـوجد في صورة غير ميسرة للنبات بسبب ارتفـاع الرقم الهيـدروجيني للتربـة الذي يـؤدي أيضـاً إلى انخفـاض تـركيـز عنصر النيتروجين بها. وفضلاً عن ذلك فإن الطـرق العادية لإضـافة هذه العناصر إلى التربة في صـورة أسمدة قد لا تُجدى بسبب تثبيتهـا لعنـاصر الفسفـور والبوتـاسيوم والكـالسيوم والمغنيسيـوم، أو فقدهـا لعنصر النيتروجين، ولذا تعـد طريقـة الـرسمدة هي الطـريقـة المثلى للاستفـادة من هـذه العنـاصر في صـورة ميسرة (ذائبـة) للنبات. وفيما يلي توضيحاً لتـأثير إضافة هذه العناصر للتربة الكلسية.

● النيتروجين

يتـــوفـــر عنصر النيتروجين الهام والأسـاس للنبـات بنسبـة منخفضـة جـدا بأراضي المنـاطق الجافة وشبـه الجافة، لـذا يلجأ المزارع إلى إضـافتـه بكميـات كبيرة لجميع المحـاصيل، والخضروات وأشجـار الفـاكهة، وسـواء أضيف هـذا العنصر على شكل يـوريا أو أمـونيـا فإنه يتحـول بفعل الأحياء الدقيقة الموجودة بالتربـة إلى نترات (NO_3^-)، وحيث أن شحنـة التربة ــ بشكل عام ــ سالبـة أيضا فإن عنصر النيتروجين إذا لم يتم امتصاصه بوساطة جذور النبات فإنـه يتحـرك بسهولـة مع محلـول التربـة خاصة إذا ما أضيف بمعـدلات عالية مرة أو مرتين خـلال الموسم الـواحد ممـا يؤدي إلى احتمال تلـوث الطبقات العميقـة أو مخزون المياه الجوفيـة. أما عند إضـافة النيتروجين بطريقـة الرسمدة من خلال نظـام الري على دفعـات متعـــددة في الموسم وبتركيـزات منخفضة في كل دفعة فإنـه يمكن تأمين هذا العنصر للنبات بشكل مستمر خلال الموسم، وتـوفير كميـات الأسمـدة النيتروجينيـة المستخدمـة، والحد من التلوث، ويتبـع هذا النظـام على نطاق واسع بـالمملكـة خاصـة بالنسبة لسماد اليوريا.

● الفوسفور

تنعـدم ـ تقريبـاً ـ حـركة الفوسفـور بالتربـة الكلسية ذات الرقـم الهيدروجيني (pH) المرتفع بسبب تـرسبـه في صـورة فوسفات الكـالسيوم غير ميسرة الإمتصاص بوساطة النبات، وقـد أشارت الدراسات أن نسبـة امتصـاص الأسمـدة الحبيبيـة الفوسفاتية المضافة للتربة الكلسية بوساطة النبات لا تزيد عن ٣٠٪.

ولـزيـادة نسبـة إستفـادة النبـات من السماد الفوسفاتي فإنـه يتم وضع الأسمدة بجـوار الجذور التي تفـرز إضافـة إلى ثـاني أكسيد الكـربون أحماض عضـوية مختلفـة (أحماض أمينيـة وفينـولات ... إلخ) ممـا يؤدي إلى إذابة فوسفات الكالسيوم وتحويلها إلى شكل قابل لـلإمتصاص بوساطـة جذور النبـات، هذا وقـد أثبتت التجـارب أن عنصر الفوسفور المضاف من خـلال نظام الرسمدة يتحـرك بـالأراضي خفيفـة القـوام (رمليـة، ورملية ــ طميية) مع ميـاه الري حتى عمق يتراوح بين ١٠ إلى ٢٠ سم وبـذلك يتـوفـر باستمرار وبتركيزات مناسبة بمنطقة إنتشار الجذور خلال الموسـم. ولذا يتبع العديـد من المزارعين بالمملكـة إسلوب الرسمدة لإضـافة الأسمدة الفـوسفاتية السائلـة. مما يقلل من إضافة الأسمدة الفوسفـاتية الحبيبية بنسبة تصل إلى ٥٠٪.

● البوتاسيوم

يتوفر البوتاسيـوم بكميات جيدة كجزء من معـادن التربــة بمعظم أراضي المنـاطق الجافـة وشبه الجافـة، إلا أنه مع إستمـرار التكثيف الزراعي وزيادة الإنتاجية ينخفض

تركيزه بالتربة ولذا تصبح هناك ضرورة للتسميد بالأسمدة البوتاسية للحصول على إنتاجية عالية .

وباتباع إسلوب الرسمدة في إضافة عنصر البوتاسيوم فإنه يمكن توفيره خلال الموسم بمنطقة إنتشار الجذور بشكل قابل للإمتصاص ، وبتركيزات تتلائم مع مرحلة نمو النبات ودرجة إحتياجه لهذا العنصر .

● العناصر الصغرى

على الرغم من وجود كميات كبيرة من العناصر الصغرى (Microelements) مثل الحديد والزنك والنحاس والمنجنيز بالأراضي الكلسية إلا أن ترسبها في صورة غير ذائبة يؤدي إلى ضعف احتمالية امتصاصها وبالتالي لا يستطيع النبات الإستفادة من المخزون الكبير المتوفر بالتربة من مثل هذه العناصر ، ولذا يضطر المزارعون إضافة العناصر الصغرى خاصة عنصرى الحديد والمنجنيز على شكل أسمدة خاصة إلا أنها مكلفة . ولتأمين تجانس إضافة العناصر الصغرى إلى التربة يجب إضافتها من خلال إسلوب الرسمدة خاصة وأن الكميات التي تضاف منها لا تتعدى بضعة كيلو جرامات للهكتار . وتجدر الإشارة إلى أن إضافة الأسمدة الحمضية مع مياه الري خلال الموسم يؤدي إلى تحرير جزء من المخزون المتوفر بالتربة من العناصر الصغرى وتحويله إلى شكل ممتص مما يقلل من الكميات اللازمة من أسمدة العناصر الصغرى أو يغني عن إضافتها بشكل نهائي.

تقنية الرسمدة بالمملكة

تعد أراضي المملكة بصفة عامة صحراء مدارية وشبه مدارية ، وتتصف معظم مناطقها بالجفاف وقلة الأمطار ، كذلك فإن البخر الناتج عن انخفاض نسبة الرطوبة (الجفاف) وإرتفاع درجة الحرارة يكون أعلى من كميات الأمطار الساقطة مما يؤدي إلى تراكم رواسب في قطاع التربة تحتوي على كميات مرتفعة من الكالسيوم والمغنيسيوم في صورة كربونات وبيكربونات وكلوريدات وكبريتات . كما يؤدي الجفاف وإرتفاع الحرارة إلى تقليل الغسيل وزيادة الترسبات الكلسية بالتربة مما يجعل أراضي هذه المناطق قلوية ذات رقم هيدروجيني (pH) مرتفع ، وكلسية (جيرية) في نفس الوقت ، وتنتمي غالبية الأراضي الزراعية بالمنطقة إلى القوام الرملي أو الطمي ، ولذا يمكن وصفها بأنها أراضي ذات قوام متوسط إلى خشن .

ويعتمد إسلوب الزراعة بالمملكة بصفة أساس على نظام الري ، وقد تم خلال العقدين الأخيرين حفر العديد من الآبار وتم تركيب ما يزيد على ٢٥ ألف نظام ري محوري مما رفع المساحة المروية بالمملكة إلى أكثر من مليون هكتار ، وقد رافق هذا التطور الكبير في أساليب الري تطوراً موازيا في أساليب التسميد وأنواع الأسمدة المستخدمة ، وبدأ المزارعون منذ حوالي ١٥ عاما بإضافة اليوريا مع مياه الري بسبب ما لمسوه من فوائد لهذا الأسلوب من التسميد وسهولة تطبيقه مما أدى إلى إنتشار إضافة الأسمدة السائلة والمعلقة وأسمدة البودرة الذوابة بنفس الأسلوب ، ويقدر ـ حالياً ـ ما يضاف من الأسمدة مع مياه الري بإستخدام أسلوب الرسمدة بحوالي ٥٠٪ من الأسمدة المستخدمة بالزراعة

● إنتاج الأسمدة السائلة بالمملكة

قام عدد من المزارعين باستثمار أموالا طائلة في أنظمة ري متقدمة ومتطورة وعلى مساحة واسعة ، وكان من الطبيعي أن يواكب التطور الكبير الذي شهده القطاع الزراعي تطوراً مماثلاً له في القطاع الصناعي ليؤمن للمزارعين إحتياجاتهم من الأسمدة الصالحة لإضافتها من خلال أنظمة الرسمدة ، وبأسعار مناسبة ، وقد تم تركيب أول خط لإنتاج الأسمدة السائلة بالمملكة العربية السعودية في مصنع الشركة الوطنية لصناعة الأسمدة الكيميائية (نافكو) بالرياض عام ١٩٨٩م ، وتبعه تركيب خط إنتاج أسمدة البودرة الذوابة بنفس الشركة عام ١٩٩١م . وقد باشر مصنع ابن البيطار التابع للشركة السعودية للصناعات الأساسية (سابك) إنتاج المركب السائل ١٠ ـ ٣٤ ـ صفر ـ النسبة المئوية لتركيز عناصر النيتروجين (N) والفوسفور (P_2O_5) ، والبوتاسيوم (K_2O) على التوالي ـ عام ١٩٩١م ، مما شجع عددا من المستثمرين لإنشاء مصانع أخرى لإنتاج الأسمدة السائلة والمعلقة ، وهكذا أصبحت للمصانع المحلية المقدرة الإنتاجية لتغطية إحتياجات السوق المحلي من تلك الأسمدة . وقد كان للنتائج الإيجابية للتجارب والملاحظات الحقلية العديدة على الأسمدة السائلة ذات الأساس الحامضي حافزاً لإستخدامها بكثرة حيث أنها تتميز بما يلي : ـ

١ ـ إمكانية توفير حوالي ٢٠٠ ريال /هكتار من تكلفة تسميد محاصيل القمح والشعير والبرسيم وبنفس الوقت زيادة الإنتاجية في أغلبية التجارب .

٢ ـ إمكانية خفض معدل التسميد الإجمالي بحوالي ٣٠٪ والمحافظة على نفس معدل الإنتاجية العالية .

٣ ـ زيادة تجانس توزيع السماد بالحقل مما يؤدي إلى زيادة تجانس نمو المحصول .

٤ ـ الإقلال من استخدام الآلات الزراعية والعمالة المستخدمة لإضافة الأسمدة .

٥ ـ إضافة الأسمدة النيتروجينية على عدة دفعات خلال الموسم من خلال نظام الرسمدة الأمر الذي يحد من غسيلها من قطاع التربة ويؤمن توفرها للنبات باستمرار مما يزيد من كفاءة التسميد ، ويقلل من إحتمال تلوث مياه المصارف والمخزون المائي الجوفي .

٦ ـ إستخدام الأسمدة الحامضية الفوسفاتية السائلة وإضافتها على دفعات بالرسمدة يؤدي لخفض معدلات إستخدام الأسمدة الفوسفاتية الصلبة بنسبة تصل إلى ٥٠٪ وغالباً يغني نهائيا عن إضافة أسمدة العناصر الدقيقة .

تقييم الأراضي

د. كمـــال الفاضــــل

تقييم الأراضي هـو التعبير عن صـلاحية قطعـة من الأرض لنـوع معين مـن الاستعمال . ويـدخل في هـذا المعنى تصنيف صــلاحيـة الأراضي، وتصنيف القـدرة الانتـاجيـة لــلأراضي، وتصنيف إمكـانيـة إستعمال الأراضي، وتصنيف القــدرة الإنتــاجيــة للتربة، وتقييم مظـاهر سطح الأرض . وهنـاك أنواع مختلفة لتقييم الأراضي منها التقييم لأغراض زراعية وأخرى هندسية وغيرها .



يتناول هذا المقال التقييم الزراعي بهدف تحديـد صلاحيـة الأرض لإنتاج المحـاصيل المتنـوعـة ، ومعـرفة المعـوقـات ، ووسـائل عـلاجهـا ، واختيـار البـدائل المنـاسبــة للإستعمال .

من أهم أهداف تقييم صـلاحية الأراضي هـو تحديـد متطلبـات أنماط الاستغــلال الـزراعي بـالإضـافـة إلى معلـومـات حصر خـواص التربـة المورفولـوجيـة والمختبريـة والبيئية وإختيار أحد نظم التقييم السائدة .

هناك طرق عـديدة لتصنيف الأراضي تم تطـويرهـا في مختلف الاقطار . وقـد وردت معظم هذه الطرق باختصار في نشرة منظمة الاغذية والزراعة العالمية لعام ١٩٧٤م .

ومن أشهــر الأنظمــة لتصنيف الأراضي نظـام هيئـة استصـــلاح الأراضــي ونظـام تصنيف القـــدرة الانتاجيــــة لــلأراضي ـ كـلاهما نظامـان أمريكيـان ـ ونظام منظمـة الأغذيـة والزراعة (الفـاو) . وفيمـا يلي مـوجز عن هذه الأنظـمة .

نظـام هيئة الاستصـلاح

يعـد نظام تصنيـف صلاحيـة الأراضي للـزراعـــة المرويـــة الـذي أعـدتـــه هيئـة استصــلاح الأراضي الأمـريكيـة نظـامـاً اقتصــاديــاً لتصنيف الأراضي لأغــراض التنميـة الـزراعيـة المرويـة حيث يتم حصر الأراضي في اقســـام تعكـس قـدرة الأرض على إعاشـــة اسرة الفـلاح وتغطيـة تكلفـة مياه الـري .

بني هذا النظام على اسـس عامة محددة تحكم عملية اختيـار الأراضي للري . وتعرف هـــذه الأسـس بأنها أطــر للتـــوقعـــات وللمضاهــاة الاقتصاديـة ولتحليل الـزراعة تحت نظام الري وللعوامل الثابتة والمتغيرة .

يتكـون الهيكل التصنيفـي لهذا النظـام من مستويين هما الأقسام وتحت الأقسام .

● الأقســـام

تقوم اقســام الصلاحيــة في هذا النظـام على اقتصاديات الانتاج ، وهناك ستة اقسام للصــلاحيـة في هـذا النظـام ، أربعـة منهـا صـالحة للـزراعـة المرويـــة وقسم صـالح بصفة مؤقتة وآخـر غير صالح ، غير أن عدد الأقســام في أي دراسة يتـوقف على طبيعـة منطقة الـدراسة وعلى أيـة متطلبات أخـرى تفرضها أهداف تلك الدراسة .

● تحت الأقســـام

وضع مستوى تحت الأقسام لتوضيح المعـوقـات التي يـرمـز لها بحـروف تلحق بالأقســام ، فمثلاً يعبر ٢م عن أراضي القسم الثاني بسبب الملوحة (م = ملوحة) .

نظـام القـدرة الإنتاجيـة

يعد هـذا النظام التـابع لوزارة الـزراعة الأمريكية النظام الأكثر انتشاراً واستعمالاً ، ويعنى هـــذا النظـــام بتقييـــم الأراضي وتجميعهـــا حسب مقـــدرتها الإنتـاجيـــة للمحاصيل المعـروفة والنبـاتات المستـديمة للرعي والغـابات دون تـدهور الأرض لفترة طـويلة من الـوقت مع توضيح العـوائق ان وجدت . يشمل هـذا النظام استغلال الأرض للزراعـة عموماً من غير استعمالات خـاصة تتطلب حالة أو معاملة بعينها .

يعرف نظـام التصنيف نوعـاً واحداً من التقييم هو تقييم للحـالة الكامنة للتربـة بعد عمل كل الإستصلاحـات المكنة اقتصـادياً كـالـري والصرف وغسـل الأمـلاح الـزائدة وإزالـة الحجـارة . أما في حـالـة الترب التي ليست بها عـــوائق تـذكــر أو تلك التي بها عـوائق غير قـابلـة للعـلاج من النــاحيـة الإقتصادية في الـوقت الحاضر فيتم تقييمها على أساس وضعها الراهن .

يحتوي هذا النظام على ثـلاثة مستويات للتصنيف هي الأقســـام وتحت الأقســـام والـوحــدات التي تتـدرج تعــريفـاتها من العمـوميــات إلى التفصيل ، وتعد تعريفات الأقســام وتحت الأقســام محددة في حين أن

تعريف الوحدات يعد مرنا إلى حد ما .

الأقسام

تعد الأقسام هي المستوى التصنيفي الأوسع لتجميع الترب وهي معيار لقدرة التربة على الإنتاج المستمر لأكبر عدد من المحاصيل تحده درجة العوائق .

يلاحظ أن الترب ذات الصلاحية الأعلى تحتوي على الحد الأدنى من عوائق الاستغلال الزراعي ، وعليه فهي لا تحتاج إلى مجهود كبير للحصول على معدلات إنتاج عالية لمحاصيل كثيرة ودون أية مشكلة في الصرف لهذه الترب . وبالمقارنة فإن الترب ذات الصلاحية المنخفضة تزيد فيها نسبة العوائق للزراعة ، كما يزيد الجهد المبذول فيها للحصول على انتاجية عالية ، وفي نفس الوقت ينقص عدد المحاصيل التي يمكن أن تزرع عليها . يفهم ضمنياً من هذا التصنيف تقدير درجات الصلاحية تحت معاملات فلاحية متميزة حيث تستجيب أراضي الدرجات الصالحة لهذه المعاملات بصورة أفضل من أراضي الدرجات الأدنى صلاحية .

يشمل هذا النظام ثمانية أقسام - يرمز لها بأرقام رومانية - الأربعة الأولى منها صالحة لزراعة المحاصيل والمراعي والغابات، أما الخامس والسادس والسابع فتعد صالحة فقط للمراعي والغابات ، بينما تعد أراضي القسم الثامن غير صالحة للزراعة .

تحت الأقسام

تحت الأقسام لصلاحية الأراضي هي تقسيمات للأقسام وتضم الأراضي ذات العوائق المتماثلة للإنتاج الزراعي . وهناك أربعة عوائق تم تحديدها لتعريف تحت الأقسام: -

* **خطورة التعرية :** ويرمز لها بحرف (e) المأخوذة من أول كلمة (erosion) .

* **البلل المفرط :** بسبب رداءة الصرف وارتفاع مستوى الماء الجوفي أو الغمر ويرمز لها بحرف (w) المأخوذة من أول كلمة (wet) .

* **محددات طبقة نمو الجذور :** وذلك بسبب العمق المؤثر للتربة وقوام التربة والخصوبة الطبيعية والملوحة أو القلوية .. الخ ، ويرمز لها بحرف (s) المأخوذة من أول كلمة (Soil) .

* **عدم ملاءمة المناخ :** ويرمز لها بحرف (c) المأخوذة من أول كلمة (Climate) .

يوضع - عادة - رمز العائق السائد فقط ، إما إذا كان هناك نوعان من العوائق بدرجة متماثلة فتوضع الرموز لتحت الأقسام على حسب الأفضلية التالية : (s) ثم(w) ثم (e) وأحياناً يمكن كتابة رمزين للعوائق بغرض الاستعمال المحلي بحيث يكتب العائق السائد أولاً ويوضع رمز العائق المناخي إذا لم يوجد عائق آخر لتعريف تحت القسم . مما يجدر ذكره أن أراضي القسم الأول ليس لها تحت أقسام .

وحدات الصلاحية

وحدات صلاحية الأرض هي تقسيمات لتحت الأقسام (أو للقسم الأول) تضم الأراضي المتشابهة في صلاحيتها للزراعة ، وفي متطلباتها الفلاحية ، وصالحة لنفس التركيبة المحصولية ، ولها قدرات انتاجية متقاربة بحيث لا يزيد الفارق الإنتاجي بينها عن ٢٥ في المائة إذا وضعت تحت نفس المعادلة الفلاحية .

يرمز إلى وحدات الصلاحية بإرقام عربية توضع بين قوسين . وترقم الوحدات حسب التسلسل الزمني أثناء الحصر أو حسب المساحات بدءاً بأكبرها .

مقارنة النظامين

تُعرف الأقسام حسب نظامي التصنيف المذكورين في المقارنة الموضحة في جدول (١) ، ويلاحظ من الجدول أن صلاحية الأراضي للزراعة المروية في نظام هيئة إستصلاح الأراضي وللزراعة الآلية في نظام القدرة الإنتاجية للأراضي محصورة في الأقسام من ١ إلى ٤ في كلا النظامين . من جانب آخر يرتبط عدم الصلاحية في نظام الهيئة بالقسمين ٥ ، ٦ وفي نظام القدرة في الأقسام من ٥ إلى ٨ .

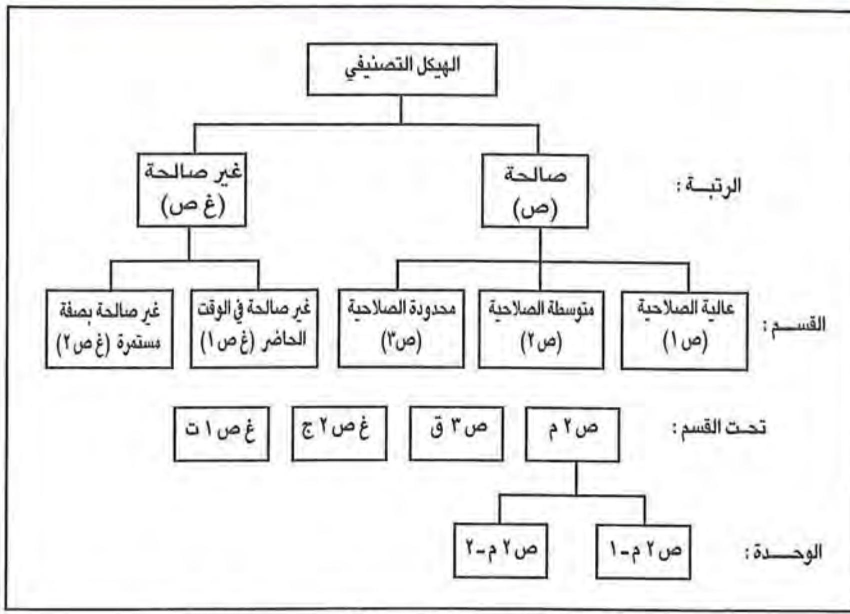
قسم صلاحية الأرض	نظام هيئة إستصلاح الأراضي	نظام تصنيف القدرة الإنتاجية للأراضي
١	أراضي عالية الصلاحية للزراعة المروية .	أراضي ذات قدرات إنتاجية عالية جداً لمجموعة كبيرة من المحاصيل .
٢	أراضي متوسطة الصلاحية للزراعة المروية.	أراضي ذات قدرات إنتاجية عالية .
٣	أراضي هامشية الصلاحية للزراعة المروية .	أراضي ذات قدرات إنتاجية متوسطة .
٤	أراضي محدودة الصلاحية للزراعة المروية أو ذات إستعمال خاص .	أراضي ذات قدرات إنتاجية محدودة .
٥	أراضي غير صالحة للزراعة المروية في حالتها الراهنة .	أراضي غير صالحة للزراعة عموماً . ويمكن إستغلالها في الرعي والغابات والحيوانات البرية.
٦	أراضي غير صالحة للزراعة المروية بصفة مستمرة .	أراضي غير صالحة للزراعة وبها عوائق صعبة . ويمكن إستغلالها في الرعي والغابات والحيوانات البرية .
٧	—	أراضي غير صالحة للزراعة وبها عوائق صعبة جداً . ويمكن إستغلالها في الرعي والغابات والحيوانات البرية .
٨	—	أراضي غير صالحة للزراعة ويمكن إستعمالها فقط لأغراض الرفاهية وكمنتجع للحيوانات البرية .

جدول (١) مقارنة نظامي تصنيف الأراضي الأمريكية .

نظام منظمة الأغذية والزراعة

يعرف تقييم الأراضي في نظام (الفاو) بأنه عملية تجميع وتفسير لعوامل الموارد الطبيعية التي تشمل التربة والمناخ والنباتات وغيرها ، وذلك بغرض تحديد أوجه استغلال الأرض الواعدة والبديلة والمقارنة بينها . وضع هذا النظام في الإعتبار تصنيف الأرض لانماط استغلال محددة في حالة وجود محسنات فلاحية أو عدمها .

يعتمد الهيكل التصنيفي لصلاحية الأراضي في نظام (الفاو) نفس مستويات التصنيف للنظام الأمريكي وهي القسم وتحت القسم والوحدة - بالإضافة إلى الرتبة التي تمثل أعلى المستويات في الهيكل ،



● شكل (٢) االهيكل التصنيفي لتقييم الأراضي حسب نظام الفاو .

شكل (١) . وفيما يلي بيان مختصر لهذه المستويات: ـ

● خواص وصفات الأرض

تشمل خواص الأرض المناخ بكل مكوناته وإنحدار سطح الأرض والغمر والصرف والقوام والبناء والحجارة والعمق لقطاع التربة ونسبة الجير والجبس والخصوبة الطبيعية (السعة التبادلية الكاتيونية والتشبع القلوي والكربون العضوي) إضافة إلى الملوحة والصودية . أما صفات الأرض فتشمل توفر الماء والهواء والغذاء وغياب الملوحة والصودية ودرجة الحرارة المطلوبة والمقاومة ضد التعرية والإنجراف والقدرة على تخطيط المزارع والقدرة الكامنة في الأرض لإجراء العمليات الزراعية . وهناك علاقة متداخلة بين خواص الأرض وصفاتها حيث أن الصفات قد تحتوي على واحد أو أكثر من الخواص . ويفترض أن تكون نتيجة تقييم الأرض لأي منهما مماثلة للأخرى .

● أنماط استغلال الأرض

تتضمن هذه الأنماط المنتج وطبيعة إدارته . ويشمل المنتج المحاصيل المختلفة (سنوية كالقمح أو مزمنة كأشجار الفاكهة) والمراعي والغابات (طبيعية أو مروية) . وتتمثل إدارة المنتج في مساحة المزارع (صغيرة ومتوسطة وكبيرة) وميكنة المزارع (بمستوياتها المتباينة بما في ذلك الأعمال اليدوية) ومستوى تقنية الفلاحة (بدائية ومتطورة) إضافة إلى توفر العمالة (موسمية ومستديمة) وتوفر رأس المال (منخفض ومتوسط وكبير) . يلاحظ أن كل هذه العوامل تؤثر بشكل أو بآخر على مستوى الإنتاج .

● درجة صلاحية الأرض

تضم موارد إستعمال الأرض المجالات الطبيعية والبشرية والمالية ، وسيتم التركيز على المجال الطبيعي وخاصة المناخ والتربة ، حيث يلاحظ أن لكل من المحاصيل الزراعية متطلبات معينة من عاملي المناخ والتربة .

تشمل المتطلبات المناخية الماء (مطري أو سطحي أو جوفي) والحرارة بما فيها الدرجة القصوى والدنيا والرطوبة النسبية والاشعاع والتبخر . يمكن دراسة المناخ بواسطة عناصره المختلفة لتصنيف الأقاليم المناخية الزراعية مع تحديد صلاحية المناخ وعمر الموسم الزراعي للمحاصيل المتنوعة . أما متطلبات المحاصيل من مورد التربة فهي التي تتعلق بالطوبوغرافية وخواص وصفات الأرض لوحدات التربة .

وتجدر الإشارة إلى أن تحديد هذه المتطلبات المناخية والترابية للمحاصيل المتعددة يعتمد على نتائج البحوث التطبيقية والخبرة العملية المتواصلة .

يتم تحديد درجة صلاحية وحدات الأرض بمقارنة خواص وصفات هذه الوحدات مع متطلبات أنماط الإستغلال التي يراد زراعتها على هذه الوحدات كل على حدة ، وذلك بتقدير معدلات الصلاحية حسب مستوى المحددات ومن ثم الوصول إلى معامل نهائي بضرب هذه التقديرات الفردية لكل خاصية أو صفة في بعضها البعض . مثلاً إذا كان هذا العامل النهائي ٦٥ فإن درجة صلاحية هذه الوحدة الأرضية لذلك المحصول تصبح من الدرجة الثانية مضاهاة بمقياس الصلاحية الآتي :ـ

ص١ = ١٠٠ إلى ٧٥٪

ص٢ = ٧٥ إلى ٥٠٪

ص٣ = ٥٠ إلى ٢٥٪

غ ص = ٢٥٪ إلى صفر

هناك ضوابط تراعى عند هذا التطبيق وهي :

ـ أن تختصر عدد الخواص والصفات إلى أدنى حد ممكن .

ـ أن يكون عمق الأرض الذي يحسب عليه معدل التقييم محدداً لكل نمط إستغلال على حدة .

ـ أن تكون الخواص والصفات الأهم في مقياس تقدير أوسع (١٠٠ ـ ٢٠) والأقل أهمية في مقياس أضيق (١٠٠ ـ ٦٠) .

ـ أن يؤخذ بالمتوسط الوزني إذا كان الأعتقاد أن كل آفاق قطاعات التربة متشابهة الأهمية بالنسبة لنمط إستغلال معين وإلا يعطى معاملاً تفاضلياً .

ـ المعوقات هي الخواص أو الصفات التي لها أقل تقدير .

تصنيف وصلاحية الأراضي بالملكة

لتحديد صلاحية مناطق الحصر للزراعة المروية بالملكة تم إجراء تقييم الأراضي حيث قيمت جميع الأراضي من حيث صلاحيتها للزراعة المروية بحسب قدرتها الكامنة .

● أنماط استغلال الأراضي المناسبة

بعد الأخذ في الاعتبار الهدف المباشر للحصر فقد تم تقييم الأراضي للزراعة المروية فقط بحيث قسمت إلى ستة أنماط استغلال للأراضي (ن أ ض) وهي المتبعة بصفة شائعة.

ولقد تمت التفرقة بين أنماط استغلال الأراضي على أساس المحصول ، طريقة الري ، درجة الميكنة للعمليات الزراعية ، مساحة المزرعة ، حجم رأس المال،

أنماط استغلال الأراضي	ن أ ض ١	ن أ ض ٢	ن أ ض ٣	ن أ ض ٤	ن أ ض ٥	ن أ ض ٦
المحصول	حبوب وأعلاف	حبوب وأعلاف	حبوب وأعلاف وخضروات	خضروات	أشجار فاكهة	نخيل البلح
طريق الري	محوري	بالرش	بالأحواض	أساساً ري بالخطوط	ري بالأحواض	ري بالأحواض أو بالخطوط أو بهما معاً
ميكنة العمليات الزراعية	آلية	آلية غالباً	آلية غالباً	آلية جزئياً	آلية جزئياً	يدوياً غالباً
مساحة المزرعة	٤٠ هكتار أو أكثر	غير محددة	غير محددة	غير محددة	غير محددة	غير محددة
حجم رأس المال وكثافة العمال	التكلفة المبدئية : مرتفعة كثافة العمال : منخفضة تكاليف التشغيل : مرتفعة	التكلفة المبدئية : مرتفعة كثافة العمال : متوسطة تكاليف التشغيل : متوسطة	التكلفة المبدئية :متوسطة كثافة العمال : متوسطة إلى عالية تكاليف التشغيل : مرتفعة	التكلفة المبدئية :متوسطة كثافة العمال : مرتفعة تكاليف التشغيل : مرتفعة	التكلفة المبدئية :عالية كثافة العمال : متوسطة تكاليف التشغيل : مرتفعة	التكلفة المبدئية :عالية كثافة العمال : منخفضة تكاليف التشغيل : منخفضة

● جدول (٢) الصفات المميزة الرئيسية لأنماط استغلال الأراضي (ن أ ض) .

وكثافة العمال ، جدول (٢) .

● متطلبات أنماط استغلال الأراضي

تم تحديد المتطلبات الأرضية للأنماط الستة لإستغلال الأراضي ، وذلك بدلالة حدود حرجة لخواص الأراضي مقررة لمختلف أقسام صلاحية الأراضي . ولم تكن هذه الحدود هي نفسها لكل أنماط استغلال الأراضي حيث تختلف تبعاً لمجموعة المحاصيل ، وطريقة الري أو خواص أخرى تميز الأنماط المختلفة لإستغلال الأراضي .

كذلك تم عمل تجميعات لخواص الأراضي حسب نوعياتها ليتسنى بذلك تخصيص الدور الذي يقوم به كل منها في تحديد صلاحية الأراضي عند استغلالها في نمط محدد .

● تقسيم صلاحية وحدات خريطة التربة

جرت مقارنة كل خواص وحدات خريطة التربة مع متطلبات أنماط استغلال الأراضي ، ولقد واءمت في حالات قليلة فقط نوعيات الأرض الموجودة متطلبات الصلاحية العالية (ص١) لأي من أنماط الاستغلال . وتعد ملوحة مياه الري عاملاً محدداً شائعاً يعيق من استخدام الأرض ، أما العوائق الأخرى فتشمل معدلات التسرب دون الحد الأمثل ، إنخفاض مقدرة التربة على الإحتفاظ بالماء ، وعدم ثبات تربة السطح وتعرضها للتعرية بواسطة الرياح الشديدة . أما بالنسبة للعوامل المحددة الأخرى فقد أمكن تحديد طبيعتها ودرجتها في كل تربة ولكل نمط استغلال . وقد أدى هذا إلى إيجاد الأساس لعملية تقييم الأراضي والتي تم التعبير عن نتائجها في مستوى تحت الأقسام لصلاحية الأراضي .

بعد التعرف على معدلات الصلاحية بالنسبة لأنماط استغلال الأراضي الستة أمكن تجميع وحدات خريطة التربة المتطابقة في معدلات صلاحيتها لكي تكوِّن وحدات أرضية . بُينت الوحدات الأرضية الصالحة للزراعة المروية مُلَونة على خريطة التربة وصلاحية الأراضي .

● الزراعة المروية

بذلت الجهود لتقديم مقترحات بخصوص بعض الوسائل العلاجية لكل نوع من العوامل المحددة . وتقدم هذه الإقتراحات على أحسن الفروض إجابات للسؤال المطروح عن كيفية تقييم عامل محدد والتغلب عليه . ولا تستلزم هذه المقترحات تخطيطاً تفصيلياً لتنفيذ وسائل

الرمز	العوامل المحددة	احتمالات التحسن	التدابير العلاجية
ج	عدم وجود حيز كاف بالتربة لنمو جذور النبات .	غير مجدية	لا توجد .
ق	مشاكل متعلقة بتهوية التربة وناتجة عن وجود قشرة سطحية صماء .	مجدية	ري متكرر أو إضافة محسنات التربة بهدف المحافظة على بقاء السطح رطباً ،عزق الأرض .
ف	مشاكل متعلقة بتهوية التربة وناتجة عن عدم كفاية الصرف .	مجدية محليا	انشاء المصارف حيثما أمكن .
ك	صعوبات في ميكنة العمليات الزراعية .	مجدية	إزالة الاحجار ميكانيكياً .
غ	عدم كفاية قدرة التربة على الاحتفاظ بالعناصر الغذائية من أجل امدادها في صورة ميسرة للنبات .	مجدية	تسميد متكرر ، التسميد العضوي .
م	مخاطر ملوحة التربة والناتجة أساساً عن ملوحة مياه الري .	مجدية	زراعة اصناف نباتات ذات تحمل نسبي للملوحة ، اضافة الاحتياجات الغسيلية .
ط	مخاطر الغمر .	مجدية	الوقاية حيثما أمكن بانشاء سدود تحويلية وقنوات لتصريف مياه السيول .
ت	مخاطر التعرية بالرياح وترسب الرمال .	مجدية	زراعة مصدات الرياح ، الأبقاء على سطح الأرض مغطى ببقايا المحاصيل .
ر	مشاكل تتعلق بانشاء وصيانة نظم الري نتيجة لإرتفاع نسبة الجبس .	مجدية	تسوية دورية لسطح الأرض مع ترميم الإنشاءات التحويلية وقنوات الري.
خ	صعوبات في خدمة وادارة المياه .	مجدية	تحسين معدل التسرب بإضافة محسنات التربة أو بقايا المحاصيل .

● جدول (٣) المحددات الرئيسية للزراعة المروية والتدابير العلاجية المقترحة.

التحسينات التي ترتبط في حقيقة الأمر بموقع معين وتختلف حسب مستوى الخدمة والإنتاجية المرجوة للمحصول . وبغض النظر عن حالة التربة فإن المعاملات الزراعية العامة التي يوصى بها للمحاصيل قد استبعدت أيضاً . ومن الوجهة العملية فإن وسائل التحسينات سوف تكون مرتبطة ومتوائمة مع المعاملات الزراعية العامة التي يتبعها المزارع .

ويبين جدول (٣) الأنواع المختلفة للعوامل المحددة والوسائل العلاجية المتعلقة بها .

من جانب آخر قامت وزارة الزراعة والمياه بالملكة باستنباط نظام معدل لتصنيف الأراضي البور بغرض تحديد صلاحيتها للزراعة المروية . ويرجع هذا النظام أصلاً إلى النظام الأمريكي لتقييم الأراضي للزراعة المروية وتفرعاً إلى نظام المشروع الوطني لحصر التربة وتصنيف الأراضي . تم في هذا النظام المعدل إختصار درجات الصلاحية إلى أربعة أقسام فقط ثلاثة منها صالحة والرابعة غير صالحة وذلك حسب المعايير المتبعة لخواص الأرض المختلفة ، جدول (٤) .

● التقييم الاقتصادي للأراضي

يدخل في هذا التقييم حساب للربح والخسارة حيث تحدد التكلفة الكلية لإنتاج محصول ما على قطعة محددة من الأرض ثم تقارن هذه التكلفة بالعائد من المنتج .

ويمكن وضع معايير لدرجة صلاحية الأرض حسب العائد من رأس المال ، كما يمكن تقدير هذا العائد بالنسبة إلى مكونات التكلفة الفردية كل على حدة .

● إستخدام الحاسب الآلي

تعد الزراعة السائدة في المملكة ذات مستوى متخصص جداً حيث أنها تستخدم أحدث التقنيات وأعلى المدخلات ، ولذا فإن متطلبات استغلال الأرض تختلف عن متطلبات الزراعة التقليدية أو المعمول بها حالياً في معظم دول العالم . استوجبت هذه الظروف الخاصة بالملكة تأسيس نظام لتقييم الأراضي منسجماً مع الاحتياجات المحلية وعوامل البيئة .

أوجد توفر أجهزة الحاسبات الآلية ذات الذاكرة الواسعة حافزاً للإستفادة من الإمكانات الآلية ليس فقط لتخزين واسترجاع البيانات ولكن لتحديد صلاحية الأراضي لأنماط الإستغلال المحددة . ولقد أمكن تحقيق هذا الهدف المزدوج من خلال تأسيس برنامج **الريزا** (Automated Land Resource Evaluation in Saudi Arabia - ALREISA)

وهي كلمة تتكون من أوائل الحروف لإسم البرنامج باللغة الإنجليزية .

يتم التقييم الفعلي بواسطة هذا النظام في عدة خطوات هي :ـ

١ـ تحديد خواص الأرض لكل وحدة أرضية على حدة وادخالها في جهاز الحاسب الآلي .

٢ـ استنتاج بعض خواص الأرض من أخرى معروفة .

٣ـ تجميع خواص الأرض وتحويلها لصفات .

٤ـ تحديد متطلبات استغلال الأرض .

٥ـ مقارنة صفات الأرض مع متطلبات الإستغلال لتحديد صلاحية الأرض (بإستثناء المناخ) .

٦ـ تحديد صلاحية المناخ .

٧ـ ضم صلاحية الأرض (دون المناخ) إلى صلاحية المناخ لتحديد الصلاحية الموحدة .

نسبة لأن توفر مياه الري بالملكة (وهي في معظمها مياه جوفية) غير ثابت فقد وضع تصميم احتياطي في البرنامج يمكن بموجبه تقييم (التربة) أو تقييم (التربة ـ الماء) كل على حدة . يفترض التقييم للتربة فقط توفر مياه صالحة للري في حين يعتمد تقييم التربة ـ الماء على معلومات حقيقية عن توفر الماء ودرجة صلاحيته .

عند إعداد الطبعة الأولى من برنامج **الريزا** لم تتوفر البيانات التي يمكن الإعتماد عليها عن إقتصاديات إنتاج المحاصيل وعليه فإن برنامج **الريزا** هو نظام تقييم للخواص الطبيعية يتناول بأهتمام أكبر أوجه الصلاحية الثابتة نسبياً كالمناخ والتربة بدلاً من العوامل المتغيرة كالأسعار ، وهو في هذا السياق نظام يحاول التركيز والعمل من خلال إعتبارات متكررة لعوائق ومخاطر جوهرية ، جدول (٥) .

خصائص الأراضي	حدود درجات الصلاحية			
	درجة أولى (ص١)	درجة ثانية (ص٢)	درجة ثالثة (ص٣)	أراضي غير صالحة (غ ص)
الانحدار	> ٢٪	٢ـ٥٪	٥ـ١٢٪	< ١٢٪
قوام التربة	طينية	طينية	رملية	رمل خشن (جداً)
عمق التربة	< ٢,٥ متراً	١,٥ـ٢,٥ متراً	٠,٧٥ـ١,٥ متراً	< ٠,٧٥ متراً
كربونات الكالسيوم	> ١٦٪	١٦ـ٤٠٪	٤٠ـ٧٥٪	< ٧٥٪
الجبس	> ٥٪	٥ـ٢٥٪	٢٥ـ٥٠٪	< ٥٠٪

● جدول (٤) المعايير العامة لتقدير درجة صلاحية الأراضي البور للزراعة المروية بالمحاصيل الحقلية الشائعة في المملكة العربية السعودية (مختارات) .

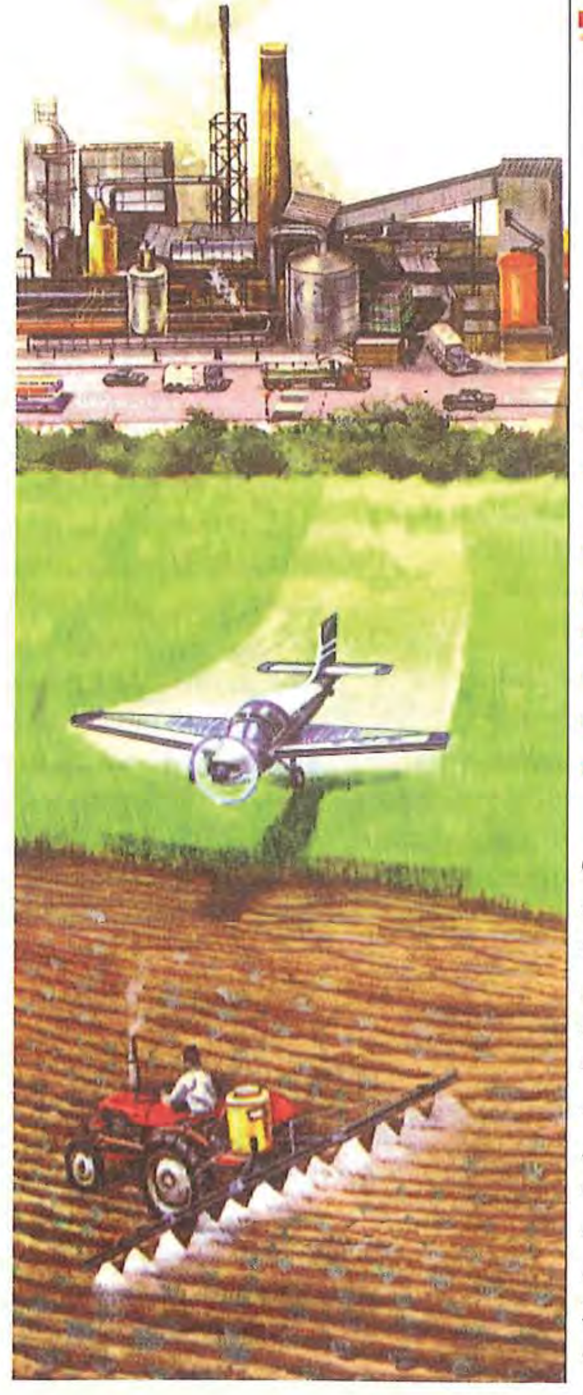
تحت قسم الصلاحية				قسم الصلاحية				صلاحية المناخ	القسم النهائي	
التربة		الأرض		التربة		الأرض				
ري رأسي	ري سطحي	ري رأسي	ري سطحي	ري رأسي	ري سطحي	ري رأسي	ري سطحي		ري رأسي	ري سطحي
ص ٢ ب	ص ١	ص ٢ م ب	ص ٢ م	ص ٢	ص ١	ص ٢	ص ٢	٢	ص ٢ م خ	ص ٢ م خ

ـ الأرض = تربة + ماء . ـ القسم النهائي = تربة + ماء + مناخ. ـ ص و م و ب و خ رموز للصلاحية والمعوقات. ـ ملحوظة = راجع جدول (٣) لشرح معاني الرموز.

● جدول (٥) تصنيف الأرض بواسطة الحاسب الآلي (المحصول : القمح) .

تلوث الأراضي الزراعية

د . يوسف حسن يوسف



تلوث الأراضي الزراعية يعني فسادها المادي - سواء كان بفعل الإنسان أو غيره - عن طريق تغيير صفاتها الطبيعية أو الكيميائية أو الحيوية بشكل يجعلها تؤثر سلباً بصورة مباشرة أو غير مباشرة على من يعيش فوق سطحها من إنسان وحيوان ونبات . ويمكن أن يحدث التلوث للأرض بصورة فورية أو تدريجية حسب نوع التلوث ، وصفات الأرض ، والظروف المناخية ، والعوامل الطبيعية . وعلى سبيل المثال فقد يحدث التلوث الفوري بسبب الكوارث الطبيعية من براكين وسيول وفيضانات ، بينما يحدث التلوث التدريجي من تراكم العناصر الثقيلة أو المبيدات على مدى سنين تزيد أو تقل حسب نوع الأرض (طينية أم رملية) حتى تصل إلى تراكيز ضارة بالبيئة .

وعلى الرغم من أن الكوارث الطبيعية قد تتسبب - بقدرة الله - في تلوث الأراضي الزراعية إلا أن الإنسان يعد العامل الأساس في تلوثها خصوصاً في الآونة الأخيرة .

يحدث تلوث الأراضي الزراعية لعدة عوامل منها العوامل الطبيعية ، والنشاط البشري الذي يتمثل جزء منه في إضافة الأسمدة والمبيدات ، ووسائل النقل ، ومياه الصرف الصحي ، والصناعات ، إضافة إلى نشاطات بشرية أخرى يقوم بها الإنسان مثل الرعي الجائر وقطع الأشجار وغيرها من الأنشطة التي تؤدي إلى دمار الأراضي الزراعية ، ويوضح شكل (١) مخططاً لعناصر تلوث الأراضي الزراعية وعلاقتها بأنواع التلوث ، وفيما يلي توضيح لتلك العوامل وتأثيراتها السلبية على الأراضي .

العوامل الطبيعية

تتسبب العوامل الطبيعية - في حالات كثيرة - في تغير صفات الأراضي الزراعية بشكل يؤثر على أدائها في إنتاج النبات . ومن أهم هذه العوامل ما يلي : -

● البراكين

تمثل البراكين كارثة أرضية خاصة عند حدوثها في الأراضي الزراعية حيث يؤدي اندفاع الصهير (Magma) إلى سطح الأرض إلى دفن الأراضي الزراعية وتغطيتها بأكوام من الصخور البركانية التي لا تصلح للزراعة ، فضلاً عن الكميات الهائلة من الأبخرة والغازات التي تؤدي عند سقوطها على الأرض أو إنجرافها مع الماء إلى تلويث الأراضي الزراعية بأكاسيد وكبريتات وكلوريدات المعادن المختلفة مما يزيد من تركيز المعادن في التربة عن الحد المسموح به وبالتالي تؤدي إلى تلوثها وافسادها .

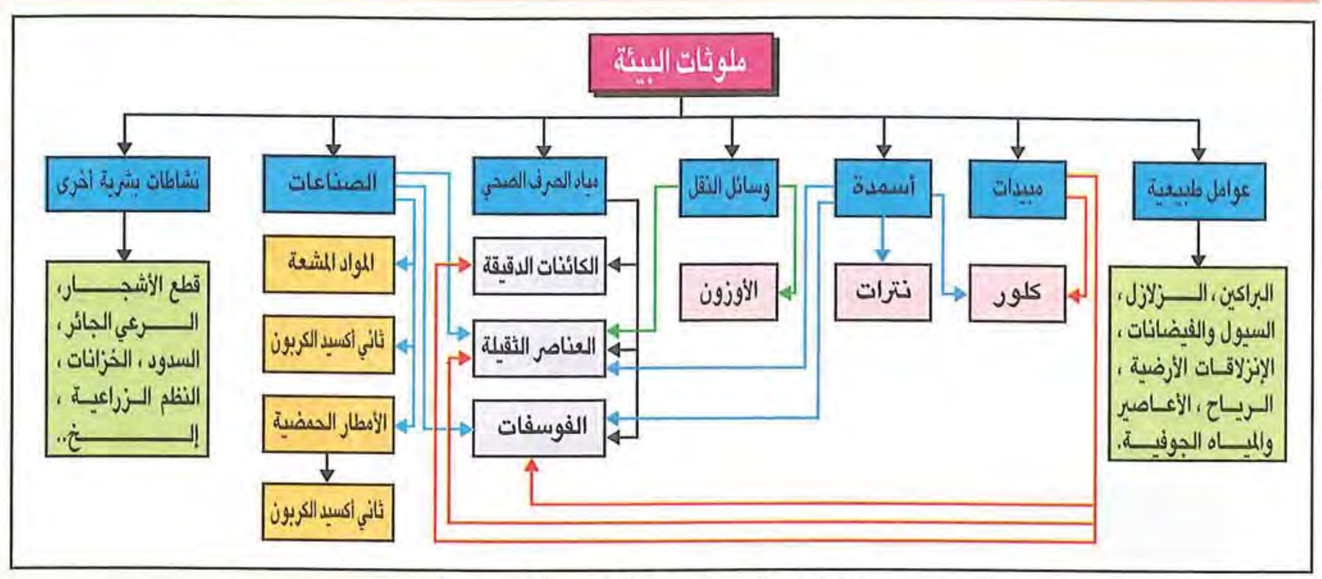
ويأخذ إصلاح ما تحدثه البراكين من خراب الأراضي الزراعية وقتاً طويلاً يقدر بملايين السنين قبل أن تقوم عوامل التعرية والتجوية بتفتيت الصخور البركانية لتكوين أجود الأراضي الزراعية مثلما يشاهد الآن في أراضي جزر هاواي وإندونيسيا والفليبين واليابان وغيرها ، غير أنه يعاب على الأراضي الزراعية ذات الأصل البركاني خاصة أراضي الرماد البركاني أنها - في أحيان كثيرة - عالية الإدمصاص للأنيونات مثل النترات والفوسفات والكبريتات وغيرها بشكل يجعلها غير متاحة للنبات .

● الزلازل

تتسبب الزلازل في إفساد الأراضي الزراعية من خلال عدة عوامل من أهمها :-

١ - انهيار بعض المنشآت الهامة مثل السدود والخزانات والمنشآت الصناعية .

٢ - انهيار الصخور الكبيرة والصغيرة التي



● شكل (١) عناصر تلوث الأراضي الزراعية .

تؤدي إلى انسداد مجاري الأودية وردم الآبار ومحطات المياه ودفن التربة الزراعية .

٣ ـ انخفاض مستوى المياه الجوفية بشكل يجعل من العسير الحصول عليها ، أو إرتفاعها إلى الأعماق السطحية من الأرض فتؤثر على صفاتها الكيميائية والفيزيائية مثل درجة التشبع وكمية الأكسجين والعناصر الغذائية مما ينعكس سلباً على النباتات المزروعة .

٤ ـ فقد الأرواح والممتلكات ، وتخليف أعداد كبيرة من السكان بلا مأوى مما يؤدي إلى استقطاع جزء من الأراضي الزراعية لإقامة مساكن لهم .

● السيول والفيضانات

يتمثل الضرر الذي تحدثه السيول والفيضانات للأراضي الزراعية ـ بجانب القضاء على المحاصيل الزراعية ـ في انجراف التربة وتغدقها إضافة إلى تغير صفاتها الكيميائية والإحيائية إذا استمر غمر الماء للتربة لوقت طويل .

● الإنزلاقات الأرضية

تُحدث الإنزلاقات الأرضية ضرراً للأراضي الزراعية يتمثل في انجراف التربة أو تغطيتها بمواد غير مرغوب فيها مثل الحجارة الكبيرة والحصى والرمل وغيرها من المواد المنزلقة .

● الرياح والأعاصير

تحدث الرياح أضراراً بالغة بالأراضي الزراعية نتيجة اصطدامها بالأشجار والمزروعات والتي تؤدي أحياناً إلى اقتلاعها وتطايرها . كما أنها تقوم بعمليات تجوية ونقل حبيبات الصخور الرملية من الجبال والهضاب إلى الأراضي الزراعية المجاورة لها مؤدية إلى دفن المزروعات وتلفها ، كما تساعد الرياح على تكوين الكثبان الرملية التي تغطي مساحات من الأراضي الزراعية ، و ردم مصادر المياه مثل الترع والآبار وقنوات الري ، مما يؤدي إلى نقص وتبوير الأراضي الزراعية .

ومن جانب آخر تحدث الأعاصير أضراراً أكبر حجماً مما تحدثه الرياح حيث ينتج عنها هطول أمطار غزيرة تؤدي إلى حدوث فيضانات تكتسح الأراضي الزراعية وتغمرها بالماء فتتلف المزروعات كما أنها تؤدي أحياناً إلى إغراق جزر بأكملها كما حدث في أعاصير بنجلاديش عام ١٩٧٠م .

المبيـــــدات

رغم النجاح الكبير الذي أحرزته المبيدات في مجال حماية المزروعات من أخطار الحشائش والحشرات والكائنات الدقيقة المرضة للزرع . إلا أن التوسع في استخدامها وظهور سلالات جديدة مقاومة لتلك المبيدات كان له مردوداً سلبياً على الأراضي الزراعية بالنسبة للنبات والحيوان والإنسان .

تأتي المبيدات المستخدمة في الأراضي على عدة أشكال أهمها المركبات المكلورة والفسفورية والكاربامتية والمركبات العضوية الأخرى ، جدول (١) ، التي من بينها المركبات العضوية المحتوية على عناصر ثقيلة مثل الأنتيمون (Sn) والزئبق .

ويأتي الضرر البيئي لهذه المبيدات من أن أغلبها مركبات حلقية بطيئة التحلل ، ولإحتواء بعضها على عناصر ثقيلة ذات درجة سمية عالية ، كما أن زيادة نواتج تكسرها يزيد من تركيز وتراكم

نوع المبيد	أمثلة
كلوري	Cl, H, C, CCl_3, Cl — د.د.ت (D.D.T) Cl, Cl, Cl, Cl, CCl_2, CH_2, O — دايلدرين
فسفوري	CH_3, N, N, S, $(CH_3)_2CH$, $OP(OC_2H_5)_2$ — ديازينون O, CH_3O, CH_3S, PNH_2 — ميثاميدوفوس
عضو معدني	$(C_6H_5)_3SnOCOCH_3$ — فنتين

● جدول (١) بعض أشكال المبيدات المستخدمة في الأراضي الزراعية .

كميات الكلور والفسفور والنترات عن الحد المسموح به في البيئة الزراعية ومنها إلى النباتات ثم إلى الحيوانات أوالإنسان ، وفضلاً عن ذلك فهي ذات تأثير سلبي على انتاجية النبات ، كما أنها تخل بالتوازن الحيوي في التربة عن طريق القضاء على بعض الكائنات الدقيقة والكبيرة النافعة للتربة مثل البكتريا والفطريات وغيرها . هذا بالإضافة إلى أن الإستخدام غير المرشد لها وعدم إتباع سبل الوقاية اللازمة منها أدى ـ على المدى الطويل ـ إلى تعريض الأراضي الزراعية إلى كم هائل من أنواع المبيدات وتراكمها بمختلف أسمائها ومكوناتها .

عوامل التلوث بالمبيدات

تختلف درجة التلوث بالمبيدات حسب خواص المبيد وكميته وطريقة إضافته ، ونوع التربة ، والعوامل الجوية ، ونوع النبات ، وطرق الفلاحة المتبعة وذلك كما يلي : ـ

* **درجة ذوبان المبيد :** تلعب درجة ذوبان المبيد دوراً رئيساً في مدى بقائه في التربة حيث تميل المبيدات قليلة الذوبان في الماء إلى البقاء في التربة أطول من المبيدات كثيرة الذوبان . فعلى سبيل المثال يمكن لمبيد الدي دي تي (DDT) أن يبقى في الأرض لمدة قد تصل إلى ٣٠ سنة بسبب أن درجة ذوبانه في الماء قليلة جداً وتبلغ ٠,٠٠١٢ جزء من مليون (ج.م.م) ، بينما على العكس من ذلك يمكث مبيد الكاربوفوران في الأرض لمدة أسبوع لأن درجة ذوبانه في الماء عالية وتصل إلى ٢٥٠ ج.م.م .

* **كمية المبيد وحالة الأرض :** حيث إنه كلما زادت كمية المبيد في الأرض كلما زادت درجة تلويثه للتربة والنبات ، كما أن طريقة إضافة المبيد ـ في حالة سائلة أم صلبة ، أو أضيف للأرض مباشرة أم للنبات عن طريق الرش ـ تلعب دوراً كبيراً في تحديد مدة بقائه في الأرض ، حيث يقل تركيز المبيدات التي ترش بالطائرات مقارنة بطرق الإضافة الأخرى . أما إذا أضيف المبيد إلى الأرض مباشرة فان كميته ـ خاصة في سطح التربة ـ تكون أكبر إذا تم نثره مقارنة بتعفيره مع التربة أثناء الحراثة ـ كذلك تميل المبيدات المحببة إلى التركيز في مناطق محددة من

نوع التربة	تركيز المبيد (ج.م.م)	
	التربة	الجذور
طينية	٤,٥	٠,٠٨
طميية	١,٥	٠,١٠
رملية	٠,٥	٠,١٠

المصدر: أحمد عبد الوهاب عبد الجواد (١٩٩٢م) تلوث التربة الزراعية .

● جدول (٢) تركيز بقايا الديلدرين في أنواع مختلفة من التربة والجذور .

التربة مقارنة بالمساحيق التي تتوزع على جزء كبير منها ، إضافة لذلك تتيح المبيدات المضافة للبذور أو المضافة على خطوط الزراعة فرصة أكبر للتركيز في النباتات مقارنة بالأرض .

* **نوع التربة :** تختلف الترب في درجة إدمصاصها للمبيد حيث تميل التربة الطينية (Clayey Soils) المحتوية على معادن متمددة مثل معدن المونتموريلونايت (Montmorillonite) إلى إدمصاص كمية أكبر من المبيد مقارنة بالتربة الطميية (Loamy Soils) التي يزيد إدمصاصها عن التربة الرملية (Sandy Soils)، جدول (٢) ، ويرجع ذلك إلى أن الترب الطينية لديها سعة تبادلية للكاتيونات (Cation Exchange Capacity) أكبر من التربة الطميية والتربة الرملية ، كذلك يزيد إدمصاص المبيدات بزيادة الكربون في التربة بسبب تكون مواقع شحنات سالبة (Negatively Charged Sites) تعمل على إدمصاص المبيد .

إضافة لذلك يتأثر تراكم المبيد بالرقم الهيدروجيني والكائنات الدقيقة وخصوبة التربة وصفاتها الكيميائية والفيزيائية . وتعد الكائنات الدقيقة من أهم العوامل المؤثرة على المبيد حيث أنها تعمل على استخدام عنصر الكربون الموجود بالمبيد كطاقة وبذلك فهي تعد المسؤولة ـ بقدر كبير ـ عن تحلله عن طريق الأكسدة أو الإختزال وغيرها من آليات التحلل . ورغم أن وجود المبيد نفسه قد يقضي على بعض الكائنات إلا أن وجود الكائنات المتخصصة في تحلل نوع معين من المبيد يعد العامل الحاسم في عملية إزالته .

* **العوامل الجوية :** يتأثر تراكم المبيد في التربة على حالة الجو مثل الضوء ودرجة الحرارة ودرجة الرطوبة والرياح ، حيث يعتمد تحلل المبيد على الضوء والحرارة اللذان يؤثران على تفاعلات الأكسدة والإختزال والتحلل المائي وغيرها من التفاعلات الكيميائية . كما أن درجة رطوبة الجو والرياح تعملان على تسريع أو إبطاء التحلل حسب نوع المبيد ونوع التأثير .

الأسمدة

تضاف الأسمدة عادة لزيادة انتاجية النبات عن طريق تعويضها لنقص العناصر الغذائية . غير أن هناك حالات كثيرة تم اكتشافها لتلوث التربة والمياه بسبب الأسمدة خصوصاً الأسمدة النيتروجينية . ويعد التلوث بالنترات (NO_3^-) من أشهرها ، وتنبع خطورة التلوث بالنترات بسبب تحوله في النبات أو بوساطة البكتريا إلى النترايت (NO_2^-) بتأثير انزيم مختزل النترات (Nitrate Reductase) .

يعد النترايت من المواد السامة للإنسان والحيوان بسبب تعطيلها لعملية نقل الأكسجين بوساطة الهيموجلوبين إلى الجسم ، كما أنها قد تتسبب في مرض السرطان وارتفاع ضغط الدم والحساسية

النبات	النترات (ملجم/كجم)	النترايت (ملجم/كجم)
بنجر	٢١٣٤	٣,٣
جزر	١٨٢	١,٥
فجل	٢٦٠٠	٧,٣
خس	١٣٦١	٨,٧
سبانخ	٤٤٢	٣,٢
خيار	١٥٦	٨,٠
فاصوليا خضراء	١٥٣	٥,٣

المصدر: أحمد مدحت اسلام (١٩٩٠م) التلوث مشكلة العصر .

● جدول (٣) تركيز أيوني النترات والنترايت في النباتات في بيئة غنية بالأسمدة النيتروجينية .

وأمـراض أخـرى ، عليـه فـان الإسراف في استخـدام الأسمدة النيتروجينيـة يعمل على زيادة تركيز أيون النترات سواء كان في مياه الشرب أم النبـات التى تأخـذ طـريقهـا إلى السلسلـة الغـذائيـة للحيـوان والإنسـان لتحـدث التسمم . ويـوضـح الجدول (٣) تـركيـز أيـوني النترات والنترايت في بعض الخضروات التي تم زراعتهـا في بيئـة ذات تركيز عال من الأسمدة النيتروجينية .

إضافة لما تم ذكـره لا يمكن إنكار الدور الذي يلعبه التلوث بالأسمدة في تملح التربة ، وبالتالي تدني انتاجية الأرض من المحاصيل المختلفـة ، عليه لابـد من التنبـه إلى ضرورة التعامل مع الأسمـدة بحـذر شديـد بحيث لا تـزيـد عـن الجرعـات المسمـوح بها للمحصول المعين وفي الوقت المعين وضرورة قياس المتبقي منهـا في التربـة والميـاه بحيث لا تتجاوز الحد المسموح به .

وسائــل النقــل

تعد وسائل النقل المختلفة ذات أثر فعال في تلـوث الأراضي الـزراعيـة لما ينبعث من عـوادمهـا من نـواتج إحتراق تشمل أول أكسيد الكـربون الـذي يتحول في التربـة إلى حـامض الكـربـونيك الضـار ، وأكـاسيـد الكبريت التي تُكـوّن أمطـاراً حمضيـة ، وأكـاسيد النيتروجين التي تعمل على زيـادة ملـوحـة التربـة ونقص انتـاجيـة النبـات ، وعنصر الـرصـاص ـ شـديـد السميـة على الإنسان والحيوان والنبات ـ الـذي قـد تحتويـه بعـض أنـواع الوقـود لتحسين أداء المحركات .

إضـافـة لـذلك يمكن أن يحدث تفـاعـل كيمـوضوئي بين ثـاني أكسيـد النيتروجين المنبعث من عـوادم السيـارات مكـونـاً غـاز الأوزون الـذي يـؤثر على إنتـاجيـة النبـات بسبب سميته العـالية وذلك حسب معـادلة التفاعل الآتي : ـ

$$NO_2 \longrightarrow NO + O$$

$$O + O_2 \xrightarrow{\text{ضوء}} O_3 \quad (\text{أوزون})$$

كما أن من نواتج احتراق المواد البترولية الأخـرى تـوجـد مواد ملـوثـة للهـواء مثل الألـدهيـدات والكيتـونـات والأحماض العضـويـة والنترات العضـويـة والمركبات المكلورة والمفلـورة وغيرها ، إضـافة إلى أنها يمكن أن تتسـاقط على الأرض مصحـوبـة بذرات الغبار والهبـاب ، فيظهر تأثيرها على النبات ، ويتراكـم جزء كبير منهـا على التربة ليختلط مع الماء ليلوثه أو يبقى في التربة ليتم امتصـاصه مـرة أخرى بـوسـاطة النبـات ومنها ينقل للحيوان والإنسان .

ميـاه الصـرف الصحـي

يمكن أن تستخدم مياه الصرف الصحي لرى بعض المحاصيل لما تحتويه من عناصر غـذائيـة مثل النيتروجين والفسفـور والبـوتـاس والعنـاصر الصغـرى ومـواد عضـويـة تعمل على تحسين الصفـات الفيزيائية للتربة .

وعلى الـرغم من أهميـة استخـدام ميـاه الصرف الصحي والإستفادة منهـا كمصدر للمياه المفقودة إلا أن هناك محاذير من كثرة استخدامها تتمثل فيما تحتويـه من ملوثات للأراضي الزراعية يمكن حصرها فيما يلي : ـ

● الكائنات المرضة

تحتـوي مياه الصرف الصحـي أحيانـاً على بعض الكـائنـات الـدقيقـة التي تسبب أمـراضاً كثيرة لـلإنسـان أهمهـا الديـدان المعويـة مثل ديدان الإسكـارس ، والبكتيريا مثل بكتيريـا الكلـوليرا والتيفـوئيـد ، والفيروسـات مثل فيروس الكبـد الوبـائي . ويعتمـد عدد الكـائنات المـرضة على نـوع الميـاه المستخـدمـة ونـوع المعـاملـة التى خضعت لها تلك المياه .

● العناصر الثقيلة

تشمل العناصر الثقيلـة الموجودة في مياه الصرف الصحي كـل من الكـادميـوم والنحـاس والكـروم والـرصـاص والـزئبق والنيكل والخارصين والألمونيوم والأنتيمون والـزرنيخ والمغنيسيـوم والسيلينيـوم ، ويختلف تـركيـز تلك الملوثـات من منطقـة لأخـرى حسب الظـروف المحيطـة بها ، ويوضـح الجدول (٤) الحـد الأقصى المسموح به لتراكم بعـض العناصر الثقيلة في الأراضي الـزراعيـة لـدول أوربيـة والولايـات المتحـدة الأمريكيـة وكنـدا ، وفي المملكـة العربيـة السعـوديـة تعد مياه صرف وادي حنيفـة بمنطقـة الـرياض ـ حتـى الآن ـــ جيـدة لعـدم احتوائهـا على كميـة كبـيرة مـن العناصـر الثقيلـة رغـم

البلـد	العنـاصـر الثقيلـة (كـجم/هكـتار)						
	كادميوم	نحاس	كروم	رصاص	زئبق	نيكل	خارصين
كندا	٠,٨ – ٤	١٠٠ – ٢٠٠	٥٠ – ٢١٠	٥٠ – ١٠٠	٠,٢ – ١,٠	١٢ – ٣٦	١٥٠ – ٣٧٠
فرنسا	٥,٤	٢١٠	٣٦٠	٢١٠	٢,٧	٦٠	٧٥٠
ألمانيا الغربية	٨,٤	٢١٠	٢١٠	٢١٠	٥,٧	٦٠	٧٥٠
هولندا	٢,٠	١٢٠	١٠٠	١٠٠	٢,٠	٢٠	٤٠٠
السويد	٠,٠٧٥	١٥	٥	١,٥	٠,٠٤	٢,٥	٥٠
المملكة المتحدة	٥,٠	٢٨٠	١٠٠٠	١٠٠٠	٢,٠	٧٠	٥٦٠
الولايات المتحدة	٥ – ٢٠	١٢٥ – ٥٠٠	–	٥٠٠ – ٢٠٠٠	–	٥٠ – ٢٠٠	٢٥٠ – ١٠٠٠

المصدر: Treatment and Reuse Of waste water (1988) edited by Asit K Biswas and Arar A .

● جدول (٤) الحد الأقصى المسموح لتراكم العناصر الثقيلة لدول أوربية والولايات المتحدة وكندا ، مصدر (٦) .

المتغير	الحدود
الرقم الهيدروجيني	٧,٥ – ٧,٩
الأملاح (ديسي سيمنز/م)	١,٥ – ٤,٧
نترات (ج.م.م)	٧٧٩ – ٢٣٣٠
فوسفات (ج.م.م)	٨,٤ – ٨٠
صوديوم (ج.م.م)	١٢٩ – ٥٢٢
بوتاسيوم (ج.م.م)	٧,٨ – ١٣,٤
كالسيوم (ج.م.م)	٥١,٧ – ٩٠
بورون (ج.م.م)	٠,٥ – ١,٢١
بيكربونات (ج.م.م)	١٨٢ – ٢٦٥
كلور (ج.م.م)	١٩٢ – ٦٠٠
كبريتات (ج.م.م)	٣١٦ – ٨٣٥

المصـــدر: Al Jaloud, A.A. etal (1993) Effect of waste water on Plant growth and soil Properties - Arid Soil Research and Rehabiliation Jourral vol 7, No. 2, p. 173 - 179 .

● جدول (٥) بعض صفات مياه صرف وادي حنيفة (١٩٩٢م) .

أنهـا قـد تتسبب في زيـــادة ملوحة التربة ، جدولي (٥ ، ٦) .

تتحكم صفــات التربــة الكيميــائيـــة والفيزيـائية على مـدى إدمصاص العنـاصر الثقيلـــة ، حيث تميـل التربـــة الطينيـــة إلى ادمصاص كميـة أكبر من هذه المواد مقـارنة بالتربـة الطميية والـرملية ، واعتمـــــاداً على نـوع النبـات تميل النبـاتـات التي تنمـو في الأراضي الرملية إلى تركيـز العناصر الثقيلـة أكثـر من النبـاتـــات التي تنمـو في الأراضي الطينيـــة . من جهـة أخـــرى تميـــل أغلب العنـاصر الثقيلــة إلى الـذوبــان في التربــة الحمضيـــة أكثـر مـن ذوبـانها في التربـــة القاعديـة ، وعليه فان النباتـات التي تنمو في التربـة الحمضية (رقم هيـدروجيني ٦,٥) تميـل بوجـه عام إلى تـركيز العناصر الثقيلة في أنسجتهـا أكثر من التربة القاعديـة .

● الفوسفات

يأتي تركيز الفـوسفات في مياه الصرف الصحي بسبب استخدام المنظفات ، رغم أن المعادن الفوسفاتية هامة في تغذية النبات إلا أنها قـد تتركـــز بكميات كبيرة تؤثـــر على البيئـة ، علماً بأن جـــزء كبيراً منهـــا يمكن إدمصاصه بوساطـة التربة خصوصاً التربة الطينيـــة القاعـدية ، وقـــد ينجـــم عـن كميـة الفوسفـات التي تفيـض عن حاجـة النبـات تنشيط نمـو الطحـالب والأعشـاب المائيـة على حساب الكـائنـات الأخرى ممـا يخل بالتوازن الإحيائي .

● تملح التربة

يمكن للمـواد الـذائبـة في ميـاه الصرف الصحي أن تتجمع وتتركز بشكـل ينتج عنه تملح التربـة خاصـة وإن هـذه المياه غنيـة بـالنترات ، والكلـــور ، والصـــوديـــوم والكـالسيـوم ، والمغنيسيـــوم ، والفسفـور وغيرهــا .

الصناعـــــــات

تشمل الصنــاعـات التـي تـؤثـــر على الأراضي الـزراعيـة الصناعـات الكيميـائيـة بأنواعهـا وصناعـات التعدين والصنـاعات الغـــذائيـة وصنـــاعـة النسيج وغيرهـــا ، والصناعـات المرتبطة بـالمفاعـلات النوويـة حيث أن النفــايـــات الصـــادرة عن تلك الصنـاعات سـواء كانت على شكل عنـاصر ثقيلـة ، أو مواد عضـويـة ، أو مواد مشعـة يمكنها أن تتفاعل مع التربة لتدخل السلسلة الغذائية بداية مـن النبات ونهاية بالإنسان . ولا شك أن تفاعل المواد المشعـة مع التربة لا يختلف عن تفـاعلهـا مع العناصر الثقيلـة ، فضـلاً عن أن بعضهـا يبعـث العـديـد من الإشعاعات سواء كانت بالتربة أم في النبات . وتكمن خطورة المواد المشعة في أنـه قد يتولد منهـا نـواتج مشعـة أخـرى قـد تمكث لمدة طويلة قبل أن يختفي أثرها ، إضافة لذلك قد ينجم عن بعض الصنـاعـات انطـلاق كميات كبيرة من الأبخـرة والغـازات السـامـة التي تؤدي عنـد تساقطهـا على التربة إلى تـدمير البيئة النباتية والحيوانية .

النشاطـــات البشريـــة

هنـاك عـدد من النشـاطات البشريـــة مثـــــــل قطـع الأشجار والرعى الجائر والســـــدود والخزانات والنظـم الزراعية يمكن أن تؤثـــر على البيئـة الزراعيـة وذلك على النحـو التالي :ـ

● قطع الأشجار والرعى الجائر

يعمل قطع الأشجـار والرعى الجائر على تدهور صفات الأراضي الزراعيـة الفيزيائية والكيميائية والإحيائيـة عن طريق تعريضها لعمليات الإنجـراف وزحف الرمـال وبسبب تأثير إزالة الجذور على تماسك التربة وكمية الكــائنــات الــدقيقـــة . كما أن تأثير قطع الأشجـــار يمكن الإحســاس بـــه على المدى المتـوسط والبعيـد وذلك لتسببـه في زيـادة درجة حرارة الأرض ممـا ينذر بخطر وشيك يتمثل في ظهور ظاهرة التصحر .

● السدود والخزانات

رغم الفـــوائد التي تُحسب للســـــدود والخزانـــات مثل التحكـم في ميـــاه الأنهار والأمطار ، وتوليـد الطاقة الكهربـائية إلا أنه يجب الإلتفات إلى مـا تحدثه من آثـار سلبية خاصة في حالة الخزانات الكبيرة المستخدمة لتوليد الكهربـاء وحفظ المياه لوقت الحاجة ، ويتمثل ذلك في تقليـل كميـــة الطمي الـــذي يصل إلى مناطق الدلتا ، وفي وجود مساحات شاسعـة ـ خلف الخـزان ـ مغمـــورة بالماء لـوقت كبير الأمـر الـذي يفقـدهـا صفـاتها

التركيز في	الحـــــدود (ج.م.م)							
	حديد	نحاس	منجنيز	زنك	نيكل	رصاص	موليبدونوم	ألمونيوم
التـربـــة	٧ – ١٤,٣	١,٥ – ١,٩	٨ – ١٤,٤	٣ – ٤	٠,٤ – ٠,٦	–	–	–
الذرة الشامية	١٩٠ – ٢٥٧	٢,٣ – ٥,٦	٣٧ – ٤٥	٢٢ – ٣٤	٠,٧ – ١٠,٨	١١ – ٤٦	١,٤ – ١,٨	٢٠٨ – ٢٤٢

المصدر: Al Jaloud, A.A. etal (1995) Effect of waste water on Mineral Composition of Corn and Sorghum Plants. J. of Plant Nutrition, 18 (8) p. 1672 - 1692 .

● جدول (٦) تركيز بعض العناصر الثقيلة في التربة والذرة الشامية (منطقة وادي حنيفة) .

الجيدة . كـذلك لا يمكن إهمال الدور السلبي الـذي تلعبـه السـدود في تغيير البيئـة مثل ارتفـاع مستـوى المياه الجوفيـة في الأمـاكن القريبة منها ، وتغيير البيئة الزراعية بظهور الأعشاب والحشرات الضارة وغيرها .

● النظم الزراعية

تلعب بعض الممارسات الزراعية دوراً هاماً في تدهور صفات التربة ، وتتمثل أهم تلك الممارسات في إتباع نظم الدورات الزراعية ، وفي طرق الحراثة . فمن المعلوم أن الأرض تحتاج إلى فترات للراحة لتستعيد صفاتها الجيدة . حيث أن الزراعة المستمرة طوال السنة تعمل على تدني الخصوبة ـ بتدهور الصفات الكيميائية والفيزيائية والإحيائية ـ بسبب ما تحدثه من نقص في العناصر الغذائية ، وتراكم لبعض الملوثات مثل الملوحة والمبيدات والكائنات الدقيقة الممرضة ، ونقص الأكسجين عن طريق ترطيب التربة لوقت طويل ، وزيادة الكثافة النوعية للتربة وما يتبعها من تقليل نفاذيتها.

إضافة لذلك ، تعمل زراعة الأرض بمحصول واحد طوال السنة على تركيز بعض الطفيليات التي تعمل على تدهور الإنتاجية . ومن أمثلة ذلك ، تتسبب زراعة الأرض بالذرة الرفيعة لفترات طويلة دون ادخال محصول آخر في الدورة إلى ظهور طفيليات البودا (Striga) ، وهي حشائش تتغذى على جذور الذرة التى تقضي على المحصول بالمرة . كذلك لا يوصى بزراعة الطماطم على نفس الأرض لتفادى طفيليات الهالوك .

تعمل الحراثة خصوصاً في الأراضي الرطبة ـ المروية أو المطرية ـ على تكوين طبقة صلدة في السطح فتؤثر على نفاذية المياه للتربة ، وعليه لابد من الأخذ في الإعتبار حالة الأرض ، واختيار الوقت المناسب للحراثة ، مع إختيار الآليات المناسبة لها ، وتجنب الآليات ذات الوزن الثقيل التى تعمل على ضغط التربة وافقادها جزء كبير من مساميتها ونفاذيتها . وقد وصل تدهور الصفات الفيزيائية للتربة بسبب آليات الحراثة إلى تفكير كثير من الجهات العلمية إلى البحث عن طرق للزراعة بدون حراثة (Zero Tillage Cultivation) والإكتفاء فقط بآليات خفيفة لتسوية الأرض ووضع مهاد للبذرة .

الجديد في العلوم والتقنية
الجديد في العلوم والتقنية
الجديد في العلوم والتقنية
الجديد في العلوم والتقنية

نباتات محافظة للنيتروجين

للنبات عدة طرق للتكيف مع الظروف المحيطة مثل التربة الحامضية وغير الخصبة . ومن أمثلة ذلك فان بعض النباتات تنمو ببطء وتسقط أوراقها في أوقات متفرقة لكي تحافظ على غذائها وخضرتها الدائمة . وقد اكتشف العلماء مؤخراً بعد دراسة لغابة فريدة من نوعها في شمال كاليفورنيا أنه يمكن لبعض النباتات العيش في ظروف يقل فيها عنصر النيتروجين .

ومثل العديد من النباتات تنتج أشجار صنوبريات بشوب (Bishop Pines) التي تشكل الغابة المذكورة مركبات عديد الفينول (polyphenols) التي يعتقد كثير من علماء البيئة أن لها دوراً في حماية النبات من الأمراض والطفيليات . ولكن الجديد في المركبات الفينولية المنتجة بوساطة صنوبريات بشوب أنه ليس لها علاقة بالوسائل الدفاعية الكيميائية المعروفة في حمايتها من الأمراض والطفيليات وأن دورها ينحصر في المحافظة على النيتروجين في هذا النوع من الصنوبريات دون غيره من النباتات الأخرى المنتجة لعديد الفينول .

قام **روبرت نورثب** (Robert R, Northup) ومجموعته من جامعة كاليفورنيا ديفس بدراسة غابة ساحلية تعرف بالسلالم البيئية حيث تنمو الأشجار قريبة من بعضها في ثلاثة أنواع من الترب : نوع قديم وعديم الخصوبة ، وآخر حامضي نوعاً ما ، وثالث خصب وقليل الحامضية . وقد وجد الباحثون في بداية العمل أن نسبة مادة عديد الفينول تزداد في أوراق الشجر تبعا لنقص خصوبة التربة .

وفي دراستهم الأخيرة فحص **نورثب** وزملاؤه العلاقة بين انبعاث النيتروجين وعديد الفينول الموجود في أشواك الصنوبر المتناثرة تحت الأشجار فوجدوا أن الأشواك التي تحتوي على كميات كبيرة من عديد الفينول تحتوي في نفس الوقت على كمية أكبر من النيتروجين العضوي المذاب (Dissolved Organic Nitrogen - DON) ، وفي المتوسط تحتوي أقل أنواع التربة خصوبة على ضعف تركيز عديد الفينول إضافة إلى ١,٣ ضعف النيتروجين العضوي المذاب (DON) مقارنة بمعظم أنواع الترب الخصبة ، وفي المقابل يصل تركيز النيتروجين غير العضوي في التربة غير الخصبة إلى أقل من عشر نظيره في التربة الخصبة .

وقد دلت دراسات أخرى لمجموعة **نورثب** أن عديد الفينول يلتف حول النيتروجين العضوي ويمنع عملية معدنته (Mineralization) ، إلى نيتروجين غير عضوي .

ويعتقد العلماء أن صنوبريات بشوب تستفيد من قدرة عديد الفينول على الإلتفاف حول النيتروجين العضوي . ويفسر **نورثب** سبب ذلك الإعتقاد بأن كون جذر الفطر يعيش على جذور الأشجار فان ذلك يساعده على الحصول على كمية كافية من الكربوهيدرات لينتج الإنزيمات التي تفكك مركب عديد الفينول النيتروجيني ، ليتيح للصنوبريات استخدام النيتروجين العضوي .

وقد أظهرت دراسات أخرى أن النباتات التي تعيش في تربة غير خصبة تمتص كمية أكبر من النيتروجين من تلك التي تنتج عن عملية المعدنة مما دعا **نورثب** إلى الإعتقاد أن لتلك النباتات مصادر أخرى للتغذية . وفي رأي مشابه يقول **ف . ستيوارت تشابن** الثالث (F . Stewart Chapin) من جامعة كاليفورنيا ، بيركلي أن الدراسة الجديدة تؤكد على أن النيتروجين العضوي مصدر رئيس ومباشر للنباتات التي تنمو في بيئة يقل فيها النيتروجين .

ويضيف **تشابن** أن دراسة حديثة أشارت إلى أنه يمكن للصنوبريات أن تؤثر كثيراً على إطلاق النيتروجين العضوي المذاب في التربة ، من خلال إنتاج عديد الفينول في الأوراق المتساقطة ، على أن **تشابن** يحذر من أن افتراض امتصاص النيتروجين العضوي المذاب بوساطة الصنوبريات لا يزال بحاجة إلى إثبات .

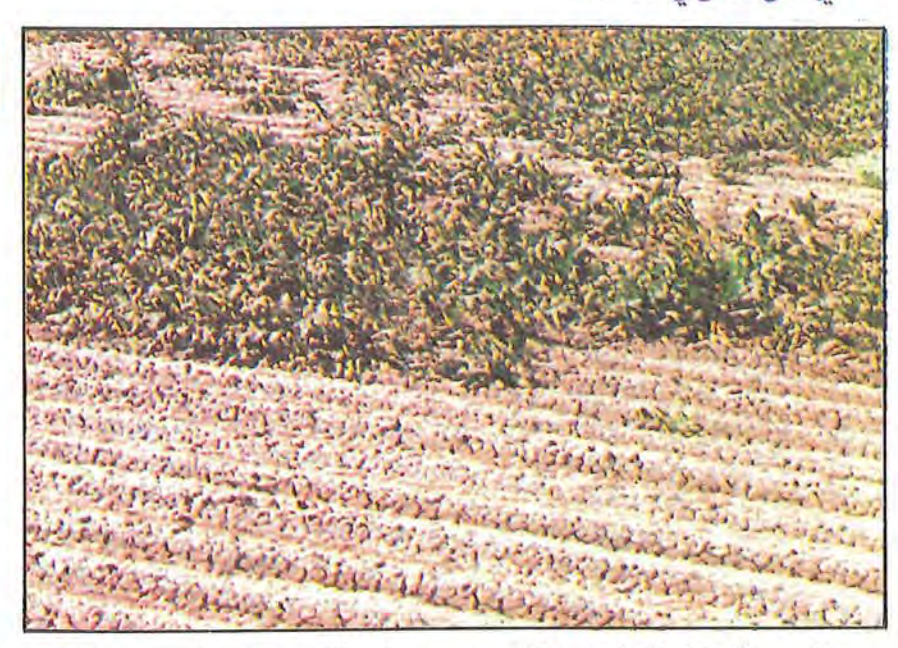
المصدر :

Science News , Sep. 23, 1995 Vol. 148, P198 .

الأراضي الملحية

د. علي بن عبد الله الجلعود

تعد ملوحة التربة مشكلة ذات طابع عالمي إذ لا تكاد تخلو قارة من قارات العالم من مساحات شاسعة من الأراضي الملحية والقلوية ، وتكتسب هذه الأراضي اهتماما خاصاً بدراستها لكونها عاملاً أساساً يحد من مستوى الإنتاج الزراعي في عالم يعاني من انفجار سكاني ، وتقاسي فيه شعوب كثيرة من نقص في الغذاء .



يظهر تأثير الأملاح في نقص القدرة الإنتاجية للأراضي الزراعية مما يستوجب القيام بعمليات تمهيدية تسبق عمليات الإنتاج الزراعي المعروف وذلك لخفض مستوى تركيز الأملاح حتى تستطيع المحاصيل الزراعية المختلفة النمو وإعطاء محصول جيد .

وتختلف خواص الأراضي باختلاف أنواع الأملاح وتوزيعها في القطاع الأرضي ، فمثلا أملاح الكالسيوم عند تراكمها تعطي للأرض خواصاً تختلف كل الاختلاف عن أملاح الصوديوم ، وتختلف الأراضي الغنية بكربونات الصوديوم كل الاختلاف عن الأراضي الخالية منها ، كما أن تركيز الأملاح بالأراضي الملحية يختلف من منطقة إلى أخرى ويتراوح بصفة عامة بين ٠,٢٪ إلى ٢٠ ٪ أو أكثر ، ولذا تختلف خواص الأرض وقدرة النبات على النمو حسب تركيز الأملاح فيها .

الأراضي الملحية في العالم

تنتشر الأراضي الملحية في العالم تحت جميع الأجواء سواء كانت باردة أو معتدلة أو حارة إبتداء من المنطقة الباردة شمالاً إلى المنطقة الباردة جنوباً مروراً بخط الإستواء . ويتوقف إنتشار الأراضي الملحية بصفة أساس على نوعين من العوامل هما العوامل المناخية ، والعوامل الجيومورفولوجية ، ويمكن تفصيل ذلك كما يلي :

● العوامل المناخية

توجد الأراضي الملحية في المناطق ذات المناخ القاري أو حيث يسود الجفاف فترة طويلة من العام مما يسبب زيادة البخر في هذه الفترة وتجمع الأملاح بالأراضي . ومن أمثلة ذلك الأراضي الملحية المنتشرة في المملكة العربية السعودية حيث يصل مجموع البخر السنوي في المناطق الداخلية (المنطقة الوسطى) إلى حوالي ٣٨٦٠مم سنوياً مقارنة بمعدل الأمطار السنوي الذي لا يتجاوز ٨٧مم .

● العوامل الجيومورفولوجية

تنتشر الأراضي الملحية عادة في أراضي البحيرات ، والأنهار ، والوديان الرسوبية الحديثة أو القديمة ، والأراضي المنقولة ، وفي الوديان العميقة بين الجبال وقد توجد في الهضاب العالية .

تكوين الأراضي الملحية

تكثر الأراضي الملحية في المناطق الجافة وشبه الجافة قليلة المطر ومرتفعة الحرارة حيث أن قلة الأمطار وارتفاع درجة الحرارة وزيادة البخر تساعد على تكوين الأملاح وارتفاعها إلى سطح التربة عن طريق الخاصية الشعرية . كما تساعد طوبوغرافية الأراضي على تكوين الأملاح حيث تتأثر الأراضي المنخفضة وغير المستوية بارتفاع نسبة الأملاح . وبصفة أساس تعد العوامل المناخية (المناخ الجاف) الأكثر تأثيراً ـ مقارنة بالعوامل الجيومورفولوجية ـ في تكوين الأراضي الملحية ، كما يؤدي ارتفاع مستوى الماء الأرضي ووجود طبقة صماء في بعض المناطق إلى تملح الأراضي الزراعية كما هو الحال في منطقة الإحساء بالملكة العربية السعودية .

ومن جهة أخرى تتكون الأراضي القلوية من ارتفاع نسبة الصوديوم فيها بسبب إستخدام مياه ري غير جيدة ، وذلك إما لارتفاع نسبة الأملاح أو لعدم توازن العناصر الذائبة فيها مما يساعد على غسيل أملاح الكالسيوم والمغنسيوم والكبريتات وزيادة تركيز عنصر الصوديوم وأملاحه في الأراضي متوسطة القوام فيحل الصوديوم القابل للتبادل محل الكالسيوم والمغنيسيوم . وبصفة عامة هناك بعض العوامل التى تؤدي إلى تملح التربة وتدهورها تتمثل فيما يلي :ـ

١ ـ الري بمياه ذات ملوحة عالية .

٢ ـ قلة مياه الري اللازمة لاحتياجات المحصول وغسيل الأملاح من التربة ونزولها إلى منطقة أسفل الجذور .

٣ ـ وجود طبقة صماء أسفل التربة الزراعية

تعوق الصرف الجيد لأرض المزرعة .

٤ ـ عدم انتظام ري الأرض حيث يتم ريها بكميات مياه زائدة ثم يتبعها فترة جفاف شديدة .

٥ ـ تسرب المياه من قنوات الري .

٦ ـ وقوع المنطقة تحت تأثير مياه صرف خاصة ـ ذات مستوى ملوحة عال ـ بسبب ارتفاع منسوب المزارع المحيطة بها .

تصنيف الأراضي الملحية

يعد التقسيم الأمريكي الصادر عن معمل الملوحة الأمريكي برفرسايد (US. Salinity Lab - Riverside) التقسيم الشائع للأراضي المتأثرة بالأملاح ، وفيه تقسم الأراضي على أساس تحليلها الكيميائي إلى ثلاثة أنواع هي : ـ

● أرض ملحية

الأراضي الملحية (Saline Soils) هي الأراضي التي يبلغ التوصيل الكهربائي للمستخلص المائي لعينة التربة عند درجة التشبع أكثر من ٤ ديسي سيمنز/م عند درجة ٢٥°م . وتكون النسبة المئوية للصوديوم المتبادل أقل من ١٥٪ من السعة التبادلية الكاتيونية ، ويقل الرقم الهيدروجيني لها عن ٨,٥ .

وتحتوي الأرض الملحية عادة على مقادير صغيرة من البوتاسيوم الذائب أو المتبادل ، أما الآنيونات الأساس فهي الكلور والكبريتات ، وفي بعض الأحيان توجد النترات والبيكربونات ، وعادة لا وجود للكربونات الذائبة ، وقد تحتوي الأراضي الملحية بجانب الأملاح الذائبة على أملاح قليلة الذوبان مثل كبريتات الكالسيوم (الجبس) وكربونات الكالسيوم والمغنيسيوم. وإضافة لذلك فإنه كثيراً ما يوجد على سطح هذه الأراضي قشرة من الأملاح المتبلورة . وتزيد الأملاح في الطبقات السطحية وتقل في الطبقات السفلى قبل غسلها أو استزراعها .

ولما كان الأثر الضار للأملاح هو العامل الأساس في إستغلال أو دعم إستغلال هذه الأراضي ، فقد تم تقسيمها إلى عدة أنواع حسب درجة ملوحتها معبراً عنها بالتوصيل الكهربائي (ديسي سيمنز/م) للمستخلص المائي لعينة منها عند درجة التشبع ، جدول (١) .

● ملحية صودية

الأراضي الملحية الصودية (Saline Sodic) هي الأراضي التي يكون التوصيل الكهربائي لمستخلص عينة منها عند درجة التشبع أعلى من ٤ ديسي سيمنز/م عند درجة ٢٥°م، ويرتفع فيها الصوديوم المتبادل إلى ١٥٪ من السعة التبادلية ، ولا يزيد الرقم الهيدروجيني لها عن ٨,٥ .

ولا تختلف الأراضي الملحية الصودية عن الأراضي الملحية في أكثر خواصها ما دامت لم تغسل من الأملاح ، أما إذا تم غسلها من الأملاح الذائبة فإن خواصها تتحول إلى خواص الأراضي الصودية غير الملحية . وفضلاً عن التأثير السلبي للأملاح في مثل تلك الأراضي فإن النباتات المزروعة فيها تتعرض إلى تأثير الصوديوم الضار .

● صودية غير ملحية

الأراضي الصودية غير الملحية (Nonsaline Sodic) هي الأراضي التي يكون الصوديوم المتبادل فيها أكثر من ١٥٪ من السعة التبادلية الكاتيونية ، ويقل التوصيل الكهربائي لمستخلص عينة منها عند درجة التشبع عن ٤ ديسي سيمنز/م عند درجة ٢٥°م ، ويتراوح الرقم الهيدروجيني لها عادة بين ٨,٥ ـ ١٠ . وقد تتجمع المادة العضوية الذائبة في الأرض شديدة الصودية على سطحها بوساطة البخر مما يعطي للأرض لوناً غامقاً ، ومن هذا المظهر اكتسبت هذه الأراضي اسمها القديم « القلوية السوداء ـ Black Alkali » ، وإضافة لذلك فإن الصوديوم المتبادل العالي الموجود في الأراضي الصودية يكسبها خواصاً فيزيائية وكيميائية غير مرغوبة ، فكلما زادت نسبة الصوديوم المتبادل كلما زاد تفرق الحبيبات وإرتفع الرقم الهيدروجيني لها حتى يصل إلى ١٠ .

درجة الملوحة (ديسي سيمنز/م)	الصلاحية
صفر ـ ٢	كل أنواع النباتات .
٢ ـ ٤	كل أنواع النباتات عدا الحساسة منها (الفاصوليا).
٤ ـ ٨	النباتات ذات درجة المقاومة المتوسطة للأملاح (قطن) .
٨ ـ ١٦	النباتات المقاومة للأملاح فقط (النخيل).
أكثر من ١٦	النباتات الملحية (Halophytes).

● جدول (١) العلاقة بين درجة ملوحة الأراضي وصلاحيتها للزراعة .

تأثير الأملاح على النبات

اهتم الباحثون بدراسة أثر زيادة محتويات الأرض من الأملاح على النباتات التي تنمو بها لما لوحظ من إنخفاض في إنتاجية المحاصيل الزراعية ، أو عدم قدرتها على النمو في هذه الأراضي.

ويمكن تقسيم أثر زيادة الملوحة (أو القلوية) في البيئة ـــ على النباتات التي تنمو بها ـ إلى أثر غير مباشر ، وأثر مباشر ، ويمكن توضيحهما على النحو التالي : ـ

● الأثر غير المباشر

يقصد بالأثر غير المباشر أثر زيادة الأملاح ـــ أو القلوية ـ على البيئة التي ينمو بها النبات وليس على النبات نفسه مباشرة . فعندما يرتفع تركيز الأملاح في المحلول الأرضي يرتفع معه الضغط الأسموزي لهذا المحلول حسب العلاقة الرياضية التالية :ـ

الضغط الأسموزي = ٠,٣٦ × التوصيل الكهربائي (ديسي سيمنز/م) .

ويؤدي ارتفاع الضغط الأسموزي للمحلول الأرضي إلى ضعف قدرة النبات على امتصاص حاجته من الماء من هذا المحلول سواء كان وقت الإنبات أو أثناء النمو . ومن أمثلة ذلك انخفاض معدل امتصاص نبات الذرة للماء إلى الثلث إذا إرتفع الضغط الأسموزي للمحلول الذي ينمو في هذا النبات من ٠,٨ ضغط جوي إلى ٤,٨ ضغط جوي . كما لاحظ كثير من الباحثين أنه بزيادة تركيز الأملاح في البيئة يقل نتح النباتات التي تنمو فيها ، ونتيجة لذلك تعد الأراضي الملحية مماثلة للأراضي التي تشكو من نقص مياه الري (منخفضة في محتواها من المياه) حيث تعاني النباتات النامية فيها من نقص الماء وبالتالي قلة النتح . ويشير عدد من الباحثين إلى أن الأعراض مثل النمو القصير (التقزم) واللون الأخضر الغامق التي تبدو على النباتات النامية في وجود تراكيز عالية من الأملاح تشبه إلى حد كبير الأعراض التي تبدو على النباتات عندما يقل الماء المتاح لها .



● أثر زيادة النترات .



● أثر زيادة البورون .

ومما يدل على أن نقص نمو النبات يرجع بصفة أساس إلى ارتفاع الضغط الأسموزي لبيئة النمو هو أن المحاليل ذات الضغوط الأسموزية المتساوية (Isosmatic Solutions) تؤثر على نمو النبات بدرجات متساوية بغض النظر عن نوع الملح المستعمل في رفع الضغط الأسموزي . وتتخذ هذه الظاهرة للتمييز بين تأثير الضغط الأسموزي ـ وما ينتج عنه من ضغط قدرة النبات على امتصاص الماء ـ وبين التأثير النوعي للأيون ، ويتضح ذلك من الدراسة التي تمت على نمو نبات الفاصوليا حيث أشارت إلى انخفاض نموه بدرجة متساوية ومتزايدة عند استعمال محاليل ذات ضغوط أسموزية متساوية ومتزايدة من كلوريد الصوديوم وكبريتات الصوديوم وكلوريد الكالسيوم ، إما عند استعمال كلوريد المغنيسيوم أو كبريتات الصوديوم وكبريتات المغنسيوم في محاليل ذات ضغوط أسموزية مساوية للمحاليل السابقة ، فيزداد انخفاض النمو عن نظيره في الأملاح الأخرى بسبب التأثير النوعي للمغنسيوم .

وقد أوضحت الدراسات الحديثة أن النباتات الملحية تختلف عن النباتات غير الملحية في أن الأولى لا تشكو من نقص في الماء، ويرجع ذلك إلى مقدرتها على تجميع الأملاح وتركيزها في عصيرها الخلوي مما يرفع ضغطها الأسموزي ـ عن الضغط الأسموزي للمحلول الأرضي المالح ـ وبالتالي يسهل إمتصاصها للماء .

●الأثر المباشر

الأثر المباشر هو الأثر الناتج عن التأثير النوعي للكاتيونات والآنيونات والذي يؤدي إلى إعاقة نمو النبات بدرجة أكبر من تأثير الضغط الأسموزي (الأثر غير المباشر) ، ومن أمثلة ذلك تأثير العناصر التالية :ـ

* **البورون** : ينتشر البورون بشكل متجانس في جميع أنواع الصخور ، ويتكون في المحلول الأرضي على شكل حامض البوريك الضعيف (H_3BO_4) وذلك بالتفاعل والتعرية المبدئية مع هيدروكسيد الألمنيوم والحديد بأعلى معامل ادمصاص في رقم هيدروجيني يتراوح بين ٧ إلى ٩ . وتعد التراكيز القليلة من البورون (٠,٠٢ جزء بالمليون) في مياه الري ضرورية لنمو النبات وكافية لإمداده بما يحتاج إليه من البورون .

ويوضح الجدول (٢) تأثير تراكيز مختلفة من عنصر البورون على نمو النبات .

* **الكلور** : يعد الكلور من العناصر الأساسية اللازمة لنمو النبات ، ويحتاج اليه النبات بتراكيز قليلة لأن التراكيز العالية منه تعد سامة وتؤثر على نموه ، ويوجد الكلور في معظم المياه الطبيعية ، ويعد من العناصر الذائبة التي لا تثبت بالتربة ويمكنها الحركة في مياه الصرف .

تركيز البورون (ج.م.م)	التأثير على النبات
أقل من ٥,	لا يؤثر على جميع النباتات
٠,٥ ـ ١	يؤثر على بعض النباتات الحساسة جداً للبورون
١ ـ ٢	مناسب للنباتات التي تتحمل البورون ونصف المقاومة له
٢ ـ ٤	مناسب فقط للمحاصيل المقاومة للبورون

● جدول (٢) تأثير تراكيز مختلفة من البورون على نمو النبات .

يتوقف الضرر الناتج عن تأثير عنصر الكلور على مقدار تركيزه في التربة ، فإذا كان تركيزه أقل من ١٤٠ جزء بالمليون (ج.م.م) فإنه غير ضار بالنبات ، أما عندما يتراوح تركيزه بين ١٤٠ج.م.م إلى ٣٥٠ ج.م.م فيتوقع حدوث أثر سام على النبات ، وعندما يصل تركيزه إلى أكثر من ٣٥٠ج.م.م فإن تأثيره يكون ضاراً وساماً لكثير من النباتات .

ويختلف تأثير عنصر الكلور على النباتات من نوع لآخر فمثلاً تعد معظم المحاصيل الحولية متوسطة التحمل لتأثيره، بينما تعد معظم أشجار الفاكهة مثل العنب حساسة له . كما تتسبب التراكيز العالية منه في إحتراق أوراقها .

* **الصوديوم** : يتجمع الصوديوم في أوراق النباتات الحساسة مثل أشجار الفاكهة متساقطة الأوراق ، وعندما يصل تركيز الصوديوم إلى التركيز السام (٢٥,٪ من المادة الجافة) تبدأ الأوراق في الإحتراق ثم تموت الأشجار .

ويؤدي ارتفاع نسبة الصوديوم المتبادل في التربة إلى إكسابها صفات فيزيائية رديئة مثل تفرق الحبيبات ، وسد المسام الكبيرة للتربة بهذه الحبيبات الدقيقة ، وبطء نفاذية الماء من سطح التربة إلى باطنها ، وسوء تهويتها ، ولذا تصبح هذه التربة بيئة غير مناسبة لنمو النبات والنشاط الحيوي سواء كان ذلك النشاط تكاثر الكائنات الأرضية الدقيقة أو نمو الجذور فيها .

ويوضح الجدول (٣) تقسيماً لبعض المحاصيل الزراعية طبقاً لدرجة مقاومتها للصوديوم المتبادل مع ذكر الأعراض التي قد تظهر عليها .

استصلاح الأراضي الملحية

يستلزم لاستصلاح الأراضي الملحية وجعلها صالحة للزراعة ، وإنتاج محاصيل إقتصادية التخلص من كمية الأملاح الزائدة بها ، ويتم ذلك عن طريق غسل الأراضي من الأملاح وإحلال الكالسيوم محل الصوديوم المدمص (Adsorpted) على سطوح حبيبات الطين ، وتبنى عملية الإستصلاح بصفة أساس على معرفة مصدر الأملاح في الأراضي سواء التي لم تتم زراعتها من قبل أو التي اكتسبت ملوحة



● أثر زيادة كلوريد الصوديوم.

ثانوية بسبب الظروف المحيطة بها ويمكن معرفة ذلك بالتحليل الكيميائي للتربة، وبناءً على هذه النتائج يوجه الجهد لإزالة المصدر المسبب لإرتفاع ملوحة أو قلوية الأرض، وبصفة عامة تقتضي عملية استصلاح الأراضي الخطوات التالية :-

١ ـ توفير مياه ري جيدة.

٢ ـ وجود نظام صرف جيد.

٣ ـ خفض تركيز الأملاح إلى درجة مناسبة في قطاع التربة حتى عمق يسمح لجذور النباتات بالنمو.

٤ ـ خفض مستوى المياه الجوفية إلى عمق لا يسمح للماء بالصعود إلى سطح الأرض.

٥ ـ معادلة كربونات الصوديوم وخفض الصوديوم المتبادل بالتربة الصودية، وإزالة العامل المسبب للقلوية.

٦ ـ معالجة الظروف المحلية المحيطة بالتربة التي تتمثل في الآتي :-

(أ) فصل الأرض عن البحيرات أو المستنقعات أو المجاري المائية المجاورة لها ذات المنسوب المرتفع عن منسوب التربة بوساطة مصرف عام ومناسب.

(ب) فصل الأرض عن تلك المجاورة لها ذات المنسوب المرتفع عنها حتى لا يتسرب الماء من الأرض المرتفعة إلى المساحة المنخفضة.

(جـ) المحافظة على سطح الأرض مستوياً حيث تزداد الأملاح في البقع المرتفعة منها.

٧ ـ زراعة نباتات ملحية تتحمل تراكيز عالية من الأملاح يمكن الإستفادة منها اقتصادياً مثل نبات الرغل (الإتربكلس).

٨ ـ إختيار محاصيل مقاومة للملوحة عند بداية الإستصلاح.

٩ ـ توفير المال اللازم لعمليات الإستصلاح.

إدارة الأراضي الملحية

تتمثل الإدارة الجيدة للأراضي الملحية في مدى الإستفادة منها والحد من تأثير ملوحتها على النبات. وبناءً على نتائج استخدام الأراضي الملحية في الزراعة، ودراسة تأثيراتها على النبات في مناطق مختلفة من العالم اتبع الباحثون طرقاً خاصة للحد من تأثير ملوحة الأراضي على النبات تتمثل فيما يلي :-

● صرف جيد

يؤدي عدم وجود صرف جيد للأراضي الملحية ـ سواء أكان طبيعياً أو عن طريق وجود مصارف ـ إلى تراكم الأملاح في قطاع التربة الأمر الذي يستدعي توفر طريقة عملية للتخلص من هذه الأملاح تتمثل في صرف طبيعي في الأرض الزراعية حتى لا تتراكم الأملاح في منطقة الجذور، وإذا لم يتوفر صرف طبيعي بسبب وجود طبقة صماء غير منفذة أو غيرها فيجب إقامة مصارف لخفض مستوى الماء الأرضي والذي بدوره يقلل من زيادة تركيز الأملاح في التربة. وعلى سبيل المثال فانه عند ري القمح بمياه ري جيدة تحتوي على أملاح بتركيز ١٩٠٠ جزء بالمليون ـ وهي السائدة بالملكة ومع الأخذ في الإعتبار أن الإحتياجات المائية للقمح خلال الموسم هي ٩٠٠٠م٣/هكتار ـ فإن كمية الأملاح المضافة إلى هكتار من التربة في الموسم هي ١٣,٥ طن/هكتار موسم.

● الإحتياجات الغسلية

تحتوي جميع مياه الري على كمية من الأملاح الذائبة فيها، ومع إستمرارية الري يتم تجمع الأملاح ويزيد تركيزها في التربة تبعاً لزيادة تركيزها في مياه الري، ولذا يجب أن تضاف كمية من مياه الري تكفي لسد إحتياج النبات من البخر والنتح وغسل الأملاح من منطقة الجذور. ويشير الجدول (٤) إلى النسبة المئوية للمياه اللازم إضافتها (الإحتياجات الغسلية) مع مياه الري تبعاً لتركيز الأملاح فيها بدلالة التوصيل الكهربي لها (ديسي سيمنز/م).

درجة المقاومة	الصوديوم المتبادل (٪)	المحصول	الأعراض
شديدة الحساسية	٢ ـ ١٠	الفاكهة متساقطة الأوراق (اللوز والجوز والبندق والموالح و الأفوكادو)	قد تظهر أعراض التسمم من الصوديوم حتى في النسب المنخفضة في هذه الأشجار ويتأثر نموها.
حساسة	١٠ ـ ٢٠	البقوليات (الفاصوليا)	نمو قزمي بنسب منخفضة حتى لو كانت الخواص الفيزيائية للتربة جيدة.
متوسطة المقاومة	٢٠ ـ ٤٠	البرسيم والشوفان والأرز	نمو قزمي نتيجة اضطراب غذائي، وخواص فيزيائية رديئة للتربة.
مقاومة	٤٠ ـ ٦٠	القمح و القطن والشعير و الطماطم و البنجر.	نمو قزمي يرجع عادة إلى خواص فيزيائية رديئة للتربة.
شديدة المقاومة	أكثر من ٦٠	حشيشة القمح و حشيشة الرودس	لا تظهر عليها أي أعراض

● جدول (٣) درجة مقاومة بعض المحاصيل للصوديوم المتبادل.

الاحتياجات الغسلية (٪)	درجة الملوحة (ديسي سيمنز/م)
٤	١,٠
٥	١,٥
٧	٢,٠
١١	٣,٠
١٥	٤,٠
٢٠	٥,٠
٢٥	٦,٠
٣٦	٨,٠
٥٠	١٠,٠

● جدول (٤) العلاقة بين الاحتياجات الغسلية من المياه ودرجة ملوحة الأرض .

● طرق الري

يجب إختيار واتباع طرق ري ملائمة عند استخدام مياه ري تحتوي على تراكيز عالية من الأملاح حتى تحتفظ التربة بمستوى معين من الملوحة يتناسب مع النبات المزروع ونوع التربة . ومن أمثلة ذلك يمكن إستخدام الري بالتنقيط عند إستخدام مياه تحتوي على تراكيز مرتفعة من الأملاح مع إضافة الإحتياجات الغسلية ، كما يوصي أن يكون الري على فترات متقاربة خاصة في المراحل الأولى والحساسة من نمو النبات . ويوضح الشكل (١) أثر طرق الري المختلفة على تراكم الأملاح في التربة .

● إختيار محصول مناسب

يجب عند زراعة المحاصيل الزراعية في الأراضي الملحية إختيار المحصول المناسب الذي يتحمل درجة ملوحة التربة ، وقد دلت الدراسات والتجارب المعملية على أن كمية المحصول تعتمد اعتماداً كلياً على درجة تركيز الأملاح في الأراضي المستخدمة للزراعة وذلك طبقاً للمعادلة التالية : ـ

المحصول المتوقع (٪) = ١٠٠ ـ أ (م$_{٢}$ - م$_{١}$) .

حيث (أ) نسبة نقص المحصول لكل وحدة توصيل كهربائي ، و(م$_{٢}$) ملوحة التربة المستخدمة للزراعة ، و(م$_{١}$) التوصيل الكهربائي للتربة بدون أي نقص للمحصول .

وعلى سبيل المثال يمكن تطبيق المعادلة السابقة على محصول القمح عند زراعته في أرض ملحية ذات توصيل كهربائي يقدر بحوالي ٨ ديسي سيمنز/م وذلك كما يلي :

ـ يبلغ إنتاج محصول القمح ١٠٠٪ عند توصيل كهربائي للتربة مقداره ٦ ديسي سيمنز/م .

ـ ينقص إنتاج محصول القمح بمقدار ٧,١٪ لكل زيادة في ملوحة التربة مقدارها واحد ديسي سيمنز/م .

ـ محصول القمح المتوقع = ١٠٠ ـ ٧,١ (٨ ـ ٦) = ٨٥,٨٪ .

● طرق الزراعة

يختلف توزيع الأملاح بالتربة بإختلاف طرق زراعتها ، فمثلا إذا تمت الزراعة بطريقة الخطوط فإن تركيز الأملاح في الجزء العلوي من الخط يزيد بمقدار يتراوح بين ٥ إلى ١٠ مرات . مقارنة بتركيزه في الجزء السفلي .

ولذا يوصى في زراعة الأراضي التي تحتوي على تراكيز عالية من الأملاح أن تكون الزراعة في الثلث السفلي من الخط أو زراعة خط وترك آخر دون زراعة .

● نوع الأسمدة

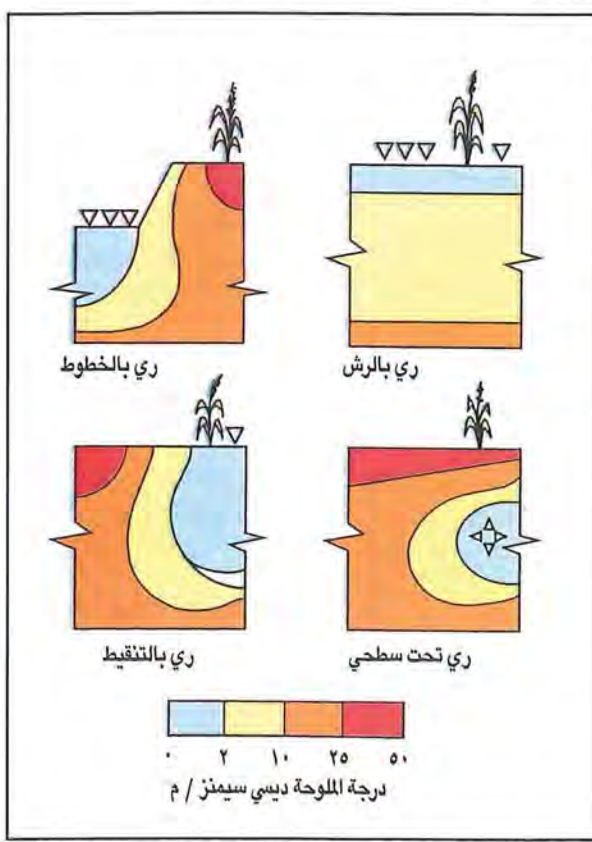
الأسمدة عبارة عن مواد كيميائية تحتوي على أملاح يؤدي استخدامها إلى زيادة تركيز الأملاح في التربة ، وتتوقف زيادة تركيز الأملاح على نوع الأسمدة المستخدمة ، ولذا يجب أن يتم إختيار نوع السماد وكميته المناسبة مع مياه الري ، فعلى سبيل المثال عند إضافة ٥٠ كجم/هكتار من سماد كبريتات البوتاسيوم إلى التربة على عدة دفعات لا يزيد من تركيز الأملاح فيها ، بينما يؤدي استخدام كلوريد البوتاسيوم إلى زيادة تركيز الأملاح في التربة وبالتالي نقص المحصول . ويوضح الجدول (٥) أنواع مختلفة من الأسمدة ومعامل ملوحتها (مقدار ذوبان السماد ومساهمته في زيادة أملاح التربة) .

● الري قبل الزراعة

يؤدي ترك الأراضي الزراعية فترة من الزمن دون زراعة إلى ارتفاع الأملاح وتركيزها على سطحها خاصة في الأراضي الجافة وشبه الجافة . ولذا يوصى بري هذه الأراضي قبل زراعتها لخفض تركيز الأملاح في سطحها ولضمان الحصول على نسبة انبات عالية ونمو جيد للنبات .

نوع السماد	معامل الملوحة
سوبر فوسفات	١٠
فوسفات الأمونيا الثنائي	٢٩,٩
فوسفات الأمونيا الأحادي	٣٤,٢
سلفات البوتاسيوم	٤٦
سلفات الامونيا	٦٩
نترات البوتاسيوم	٧٣
يوريا	٧٥
كلوريد البوتاسيوم	١١٦

● جدول (٥) أنواع مختلفة من السماد ومعامل ملوحتها .



● شكل (١) أثر طرق الري المختلفة على تراكم الأملاح في التربة .

مصطلحات علمية (*)

● **الكاتيونات الحمضية**
Acidic Cations

كاتيونات تتحلل بالماء إلى أحماض، ومن أمثلتها في التربة كاتيونات الهيدروجين (H^+)، والألمنيوم (Al^{3+})، والحديدوز (Fe^{3+}).

● **إدمصاص** **Adsorption**

عملية التماسك الفيزيائي أو الكيميائي للذرات أو الجزيئات أو الأيونات على سطح الأجسام، ومن أمثلتها تماسك الكاتيونات على سطح معدن الطين.

● **تهوية** **Aerate**

تبادل غازات التربة مع غازات الهواء الجوي.

● **تجميع** **Aggregation**

عملية تماسك معادن التربة (الرمل، الغرين، الطين) ببعضها البعض بسبب إنطلاق مواد التماسك من جذور النبات ونشاط الكائنات الدقيقة.

● **السعة الأنيونية**
Anion Exchange Capacity

مجموع الأنيونات (مول/ كجم) القابلة للإدمصاص على سطح معادن التربة

● **نظام مائي** **Aquic**

نظام تربة مائي يتميز بتشبع التربة بالماء وإنعدام الأكسجين في قطاع تربة عمقه ٥٠ سم تحت سطح الأرض وعند درجة حرارة أكثر من ٥ °م.

● **نظام جاف** **Aridic**

نظام تربة تنعدم فيه المياه لأكثر من نصف فترة نمو النبات وذلك لقطاع تربة عمقها ٥٠ سم تحت السطح وعند درجة حرارة أكثر من ٥ °م.

● **نسبة التشبع القاعدي**
Base Saturation (%)

النسبة المئوية (٪) للقواعد المدمصة ـ قد تشمل أيضا Al^{+3} و H^+ - إلى السعة الكاتيونية للتربة عند رقم هيدروجيني متعادل ($pH = 7$).

● **الإحتياج الحيوي للأكسجين**
Biological Oxygen Demand (BOD)

كمية الأكسجين اللازمة للأكسدة الحيوية للكربون العضوي خلال فترة معينة في ظل درجة حرارة وظروف معينة.

● **السعة الكاتيونية**
Cation Exchange Capacity (CEC)

مجموعة الكاتيونات (مول/كجم) التي يمكن ادمصاصها بوساطة التربة عند رقم هيدروجيني محدد.

● **الإحتياج الكيميائي للأكسجين**
Chemical Oxygen Demand (COD)

كمية الأكسجين المستهلك لعملية الأكسدة الكيميائية لتفاعل معين.

● **قشرة صحراوية** **Desert Crust**

طبقة سطحية صلبة مكونة من كربونات الكالسيوم والجبس ومواد لاصقة أخرى تنتشر في الأراضي الصحراوية.

● **زراعة مطرية** **Dryland Farming**

زراعة تعتمد فقط على الأمطار.

● **التوصيل الكهربي لمستخلص التربة**
ECe

قياس ملوحة (سيمنز/م) مستخلص التربة عند درجة التشبع المائي ودرجة حرارة ٢٥°م.

● **نسبة الصوديوم المتبادل**
Exchangable Sodium (%)

النسبة (٪) للصوديوم المتبادل إلى السعة الكاتيونية للتربة.

● **تشخيص نباتي** **Foliar Diagnosis**

نظام تشخيص لمعرفة نقص أو زيادة العناصر الغذائية للنبات يعتمد على لون النبات وشكله وقياس مستوى تركيز العناصر في جزء محدد منه.

● **كفاءة الري** **Irrigation Efficiency**

نسبة المياه المستهلكة بوساطة المحصول النباتي إلى كمية المياه المستخدمة للري خلال فترة نموه.

● **الإحتياج الغسلي**
Leaching Requirement

كمية الماء اللازم لغسل الأملاح ـ كلوريد وصوديوم مثلا ـ من مستوي جذور النبات.

● **تنافر غذائي**
Nutrient Antagonism

الأثر السلبي الذي يحدثه عنصر أو عناصر غذائية في النبات على امتصاص عنصر غذائي آخر.

● **توازن غذائي** **Nutrient Balance**

نسبة تواجد العناصر الغذائية في النبات ـ بعضها لبعض ـ التي ينجم عنها اعلا انتاج ونمو للنبات المعين.

● **تحليل النبات** **Plant Analysis**

طريقة لتحليل محتويات النبات ـ أو جزء مختار منه ـ من العناصر الغذائية.

● **أرض منتجة** **Productive Soil**

أرض ذات انتاجية اقتصادية حسب النتائج المتحصل عليها من صفاتها الفيزيائية والكيميائية والحيوية.

● **صيانة الأراضي**
Soil Conservation

مجموعة التدابير اللازمة للمحافظة على التربة من التدهور بسبب العوامل الفيزيائية أو الكيميائية أو الحيوية أو التدهور بفعل الإنسان.

● **أفق التربة** **Soil Horizon**

قطاع من التربة موازٍ لسطح الأرض يختلف عن القطاع الذي فوقه أو تحته في صفاته الفيزيائية والكيميائية والحيوية مثل اللون، القوام، الكائنات الدقيقة، الرقم الهيدروجيني ... إلخ.

● **إدارة الأراضي** **Soil Management**

العمليات الفلاحية (حراثة، سماد، محصول، ري، مبيدات، جبس، جير ... الخ) اللازمة للأرض ـ كلا أو بعضها ـ لإنتاج محصول معين.

● **الحموضة الكلية للتربة**
Total Acidity

تركيز مجموع الكاتيونات الحمضية في التربة أو الطين وتعيَّن بخصم تركيز القواعد المتبادلة (Exchangeable Bases) من السعة الكاتيونية (Cation Exchange Capacity - CEC).

(*) ترجمة سكرتارية التحرير عن:
Glossary & Soil Science Terms, Soil Science Society of America, July 1987.

كيف تعمل الأشياء

الامتصاص الذري

Atomic Absorption

د. عدلي فضل العطار

يعد جهاز التحليل الطيفي للإمتصاص الذري (Atomic Absorption) - الذي تم اكتشافه عام ١٩٥٠م بوساطة العالم الاسترالي ألن والش (Alan Walsh) - من أهم وأدق أجهزة التحليل الكيميائي حيث تتراوح درجة حساسيته بين جزء من مليون إلى جزء من بليون (10^{-6}جرام - 10^{-9}جرام) ، كما يمكن بوساطته تحليل عنصر ما في وجود عناصر أخرى دون الحاجة إلى عملية الفصل التي تعد ضرورية في أجهزة التحليل الأخرى ، ولذا يستخدم الجهاز لتحليل العناصر في مختلف أنواع العلوم التطبيقية .



يوجد نوعان من أجهزة الامتصاص الذري أحدهما يعمل بإستخدام اللهب (Flame Atomic Absorption) ، والآخر عديم اللهب (Non-flame Atomic Absorption) . وسيتناول هذا العدد بمشيئة الله النوع الأول .

يعمل جهاز الامتصاص الذري باللهب بإستخدام عدة أنواع من اللهب طبقاً لدرجة الحرارة المطلوبة للتحليل ، ويوضح الجدول (١) أعلى درجات حرارة يمكن الحصول عليها من مخاليط لهب مختلفة

مبدأ عمل الجهاز

يعتمد مبدأ عمل الجهاز على تحويل ذرات العنصر أو المادة المراد دراستها من الحالة المستقرة - أدنى طاقة (Ground state) - إلى ذرات حرة (Free Atoms) في الحالة الغازية بتمرير محلولها على اللهب . وعند تسليط حزمة من أشعة نفس العنصر المراد دراسته على هذه الذرات المستقرة والموجودة في اللهب يتم امتصاص جزء منها بوساطة هذه الذرات المستقرة ، وتتناسب كمية الأشعة الممتصة طردياً مع تركيز المادة في المحلول المراد تقديره .

ويتوقف نجاح الامتصاص الذري على كفاءة إنتاج الذرات الحرة في حالتها غير المتأينة وغير المتحدة . ومن أمثلة ذلك تبخر محلول كلوريد البوتاسيوم عند تعرضه لحرارة عالية تتراوح بين ٢٠٠٠°م إلى ٣٠٠٠°م تاركاً وراءه جسيمات صلبة من المركب المذاب التي بدورها تنصهر وتتبخر وتتفكك لتنتج بخاراً مكوناً من خليط من الذرات الحرة .

مخلوط اللهب	درجة الحرارة (°م)
هواء - بروبان	١٩٢٥
هواء - هيدروجين	٢٠٥٠
هواء - استيلين	٢٢٠٠
أكسيد النيتروجين - استيلين	٣٠٠٠

● جدول (١) أعلى درجات حرارة لمخاليط لهب مختلفة .

تطبيقات الجهاز

يستخدم جهاز الامتصاص الذري باللهب في معرفة وتقدير الأيونات الفلزية في العديد من المجالات المختلفة مثل تحليل المياه ، والعينات الحيوية والطبية ، والتربة ، والأسمدة ، والسبائك والخامات المعدنية ، ومنتوجات البترول ، والأدوية ، حيث يمكن تقدير مايقارب من ٧٠ عنصراً ، شكل (١) ، بحساسية ودقة عالية بإستخدام مخاليط لهب مختلفة .

أجزاء الجهاز

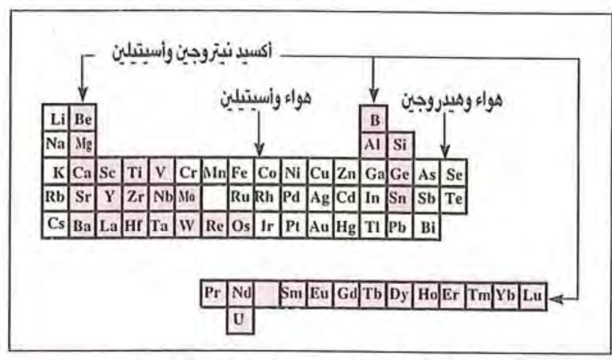
يتألف جهاز الامتصاص الذري ، شكل (٢) من ثلاثة أجزاء رئيسة هي :-

● مصدر ضوئي

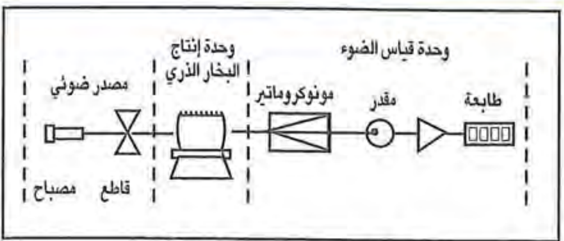
يستخدم المصدر الضوئي (Light Source) كمصدر خطي لاصدار الأشعة حيث يعطي شعاعاً حاداً ومميزاً لكل عنصر من عناصر المادة التي يتم تحليلها . ويأتي المصدر الضوئي إما على شكل مصباح ذو مهبط مجوف وإما على شكل مصباح عديم الأقطاب .

يعد المصباح ذو المهبط المجوف (Hollow Cathode Lamp) من أهم مصادر الأشعة المستخدمة ويتكون ، شكل (٣) ، من أنبوبة زجاجية مفرغة تملأ بغاز خامل مثل النيون أو الأرجون تحت ضغط منخفض، وتحتوي الأنبوبة بداخلها على مهبط يتراوح قطره ما بين ٢ إلى ٥ ملم مصنوع من المعدن المراد تقديره ، كما يوجد بداخلها مصعد مصنوع من سلك معدني من التنجستين .

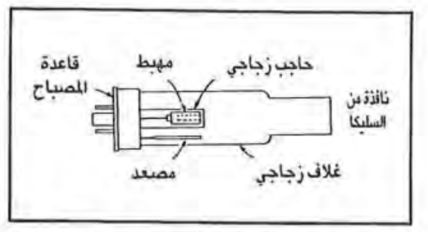
وعندما يحدث فرق جهد كبير بين المصعد والمهبط (٣٠٠ فولت) ، وتيار يتراوح



● شكل (١) العناصر التي يمكن تقديرها بالامتصاص الذري.



● شكل (٢) رسم تخطيطي للجهاز



● شكل (٣) مصباح المهبط المجوف .

بين ٤ إلى ٥٠ ميكرو أمبير (تبعاً لنوع الفلز المستخدم) فإن الغاز الخامل يتأين عند المصعد ، وتتجه أيونات الغاز الموجبة نحو المهبط بسرعة مصطدمة بسطحه فتنتشر منه بعض الذرات في جو المصباح . وتصبح هذه الذرات مثارة وتبث طيفاً خطياً - خاصاً بالفلز الذي صنع منه المهبط - يمتص بصورة جزئية أو كلية عند توجيهه إلى السحابة الذرية للعنصر ذاته .

ولذا فإنه يلزم مصباح خاص لكل فلز حيث أن الأشعة المنبعثة من الفلز لا يمكن أن تُمتص إلا من قبل الفلز نفسه . ومن ثم يُضفي استخدام المصباح ذو المهبط المجوف ميزة انتقائية لطريقة التحليل بالإمتصاص الذري وذلك لعدم وجود تداخلات طيفية في الأشعة المنبعثة .

● وحدة إنتاج البخار الذري

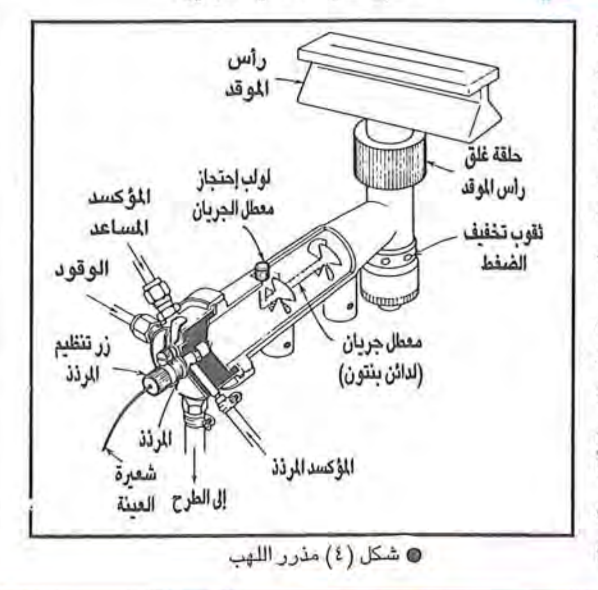
تتألف وحدة إنتاج البخار الذري - المذرر (Atomizer) ، بصفة عامة من جزئين هما البخاخ أو المرذاذ (Nebulizer) ، والموقد (Burner) . يصنع البخاخ من مواد مقاومة للصدأ حتى لا يتأثر بالأحماض أو المواد العضوية، ويعمل على تحويل محلول العينة إلى قطرات صغيرة (رذاذ) بأحجام متساوية وبمعدل ثابت . ويوضح الشكل (٤) رسماً تخطيطياً للأجزاء المكونة للمذرر الذي يعمل باللهب ، وفيه يتم إدخال غاز الاحتراق (Fuel) والغاز المؤكسد المساعد على الاحتراق ورذاذ العينة إلى غرفة المزج من خلال عدد من الحواجز للتأكد من تمام المزج وفصل القطرات الكبيرة والتخلص منها ، ومن ثم تدخل بقية العينة (١٠٪ تقريباً) إلى موقد ذو فوهة على شكل شق ضيق بطول ٥سم أو ١٠سم — حسب نوع حسب نوع اللهب المستخدم — للحصول على لهب بشكل شريط (Ribbon) .

ويتم بخ العينة في غرفة المزج بوساطة نفاثة صغيرة هوائية (Air Jet) حيث تصطدم العينة بالحواجز التي تعيق مرور القطرات الكبيرة لضمان وصول رذاذ العينة إلى فوهة الموقد بصورة أكثر تجانساً مما يزيد من إمكانية تكرار النتائج التحليلية . كما يوجد في قاعدة الموقد ، شكل (٤) ، ثقوب صغيرة ضيقة لمنع إحتمال خطر إنفجار غرفة المزج عند رجوع اللهب إليها .

● وحدة قياس الضوء

تتألف وحدة قياس الضوء (Specific Light Measurements) من ثلاثة أجزاء هي :-

* **موّجِد طول الموجة (Monochromator) :** يتحكم في قياس الخط الطيفي المطلوب ويمتاز بقوة فصل في حدود ٠,١ إلى ١ نانوميتر ، ويمكن بوساطته اختيار خط الامتصاص الأكثر شدة لإعطاء حساسية قصوى ، إلا أنه يمكن إستخدام الخطوط الطيفية الضعيفة عند تحليل العينات عالية التركيز .



● شكل (٤) مذرر اللهب

* **مقّدر (Detector) :** ويتكون في أغلب الأحيان من خلية ضوئية مضاعفة . كما يستعان بمكبر لتكبير استجابة المقدر .
* **المسجل والطابعة :** ويستخدمان في تسجيل وطباعة استجابة المقدر في صورة رقمية .

كيفية عمل الجهاز

يمكن تعيين عنصر ما في عينة صلبة أو سائلة بإستخدام جهاز الامتصاص الذري من خلال عدة خطوات هي كما يلي :-

١- أخذ وزنة مضبوطة من العينة (واحد جرام) ، وإذابتها في عدة مليليترات من حامض النيتريك (Nitric Acid) ، ثم تخفيف محلول العينة بالماء المقطر حتى يصل حجمه إلى ١٠٠ مل .

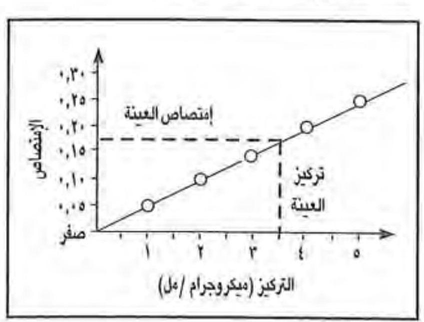
٢- يوضع مصباح المهبط للعنصر المطلوب تعيينه في مكانه المناسب وتضبط الحاذاة الضوئية للمصباح بحيث يمر الشعاع فوق حافة الموقد بإرتفاع يتراوح من ١سم إلى ٢سم .

٣- تحضر ستة محاليل قياسية (١٠٠مل) للعنصر بتراكيز مختلفة هي صفر ، ١ ، ٢ ، ٣ ، ٤ ، ٥ ميكروجرام/مل .

٤- ضبط قراءة امتصاص الجهاز بحيث تكون صفراً عند استخدام المحلول القياسي الأول الخالي من تركيز العنصر (صفر) .

٥- قياس درجة امتصاص المحاليل القياسية للعنصر بالترتيب ورسم المنحنى المعياري لإمتصاص العنصر (Calibration Curve) ، شكل (٥) .

٦- قياس درجة امتصاص العنصر المجهول ، وبإستخدام المنحنى المعياري يمكن الحصول على درجة تركيز العنصر بالمحلول (ميكروجرام/مل) .



● شكل (٥) مثال لمنحنى معياري لأحد العناصر

عالم في سطور

وليام فرنش اندرسن
W.French Anderson

● **الاسم :** وليم فرنش أندرسن

● **الجنسية :** أمريكي

● **تاريخ الميلاد :** ١٩٣٦م

● **مكان الميلاد :** تولسا ، أوكلاهوما، أمريكا .

● **المؤهلات العلمية :**

* بكالريوس العلوم ، كلية هارفارد ، الولايات المتحدة ، ١٩٥٨م .

* ماجستير العلوم ، (مرتبة الشرف) ، جامعة كمبردج ، ١٩٦٠م.

* دكتوراه الطب ، كلية الطب ، جامعة هارفارد ، ١٩٦٣م.

● **الوظيفة الحالية :**

أستاذ الكيمياء الحيوية وطب الأطفال ومدير مختبرات العلاج بالمورثات بكلية الطب ، جامعة جنوب كاليفورنيا ، لوس انجلوس ، أمريكا.

● **أعماله :**

* أستاذ محاضر في الكيمياء الحيوية بجامعة جورج واشنطن .

* أستاذ وإستشاري لأبحاث الوراثة .

* رئيس قسم الطب ووظائف الأعضاء ببرنامج الدراسات العليا لمعاهد الصحة القومية بالولايات المتحدة الأمريكية .

* مؤسس ورئيس تحرير مجلة العلاج بالمورثات .

* عضو في هيئات تحرير عدة دوريات علمية وطبية متخصصة .

* رئاسة مؤتمرات علمية عالمية .

● **الإنجازات العلمية :**

* مؤسس طب العلاج بالمورثات .

* إبتكار أفضل السبل لإيصال المورثات إلى الخلايا الليمفاوية عن طريق ناقل فيروسي ، ومن ثم تطوير تقنيات نقل المورثات إلى تلك الخلايا في المنابت النسيجية ثم في حيوانات التجارب .

* إجراء أول تجربة في طب العلاج بالمورثات عام ١٩٩٠م باستخدام أسلوب نقل المورثات عبر الخلايا الليمفاوية لعلاج المرض المناعي الوراثي الناجم عن نقص مورث الأنزيم النازع لأمين الأدنيوزين .

* المساهمة في أغلب التجارب المعملية الجارية في حوالي ٢٦ مركزًا للعلاج بالمورثات في الولايات المتحدة الأمريكية وأوربا وآسيا .

* نشر حوالي ٢٦٠ بحثاً علمياً في كبريات الدوريات الطبية والعلمية المتخصصة .

* تأليف أربعة كتب في طب العلاج بالمورثات وتقنياته .

* تقويم تقنيات الهندسة الوراثية من خلال منظور اجتماعي شامل .

● **الجمعيات المهنية**

* عضو مركز نوريس الشامل للسرطان .

* عضو معهد الطب الوراثي بكلية الطب ، جامعة جنوب كاليفورنيا ، لوس أنجلوس .

* عضو الاتحاد الأمريكي للأبحاث السريرية .

* عضو الجمعية الأمريكية للكيميائيين الإحيائيين .

* عضو الجمعية الأمريكية للدراسات المعملية .

* عضو اتحاد الأطباء الأمريكيين .

* عضو المنتدى المتجول (الأرسطوطاليس).

* زميل الجمعية الأمريكية لتقدم العلوم .

● **الجوائز والتقدير العلمي**

* جوائز التفوق من قسم الصحة والخدمات الإنسانية ، ١٩٨٢/ ١٩٩٠م.

* جائزة رالف برونو لأبحاث السرطان ، ١٩٩١م .

* جائزة ماري آن روبرت للعلاج الحيوي ، ١٩٩١م .

* جائزة الخدمات المتازة من إدارة الخدمات الصحية والبشرية ، ١٩٩١م .

* دكتوراه فخرية من جامعة أوكلاهوما ، ١٩٩٢م .

* جائزة شارلس شبرد للعلوم من المركز الوطني للأمراض المعدية ، ١٩٩٣م .

* جائزة مري ثيلين من الهيئة القومية للهيموفيليا ، ١٩٩٣م .

* جائزة الملك فيصل العالمية للطب ١٤١٤هـ/ ١٩٩٤م .

المصدر :

ـ الفائزون بجائزة الملك فيصل العالمية ١٤١٤هـ/ ١٩٩٤م .



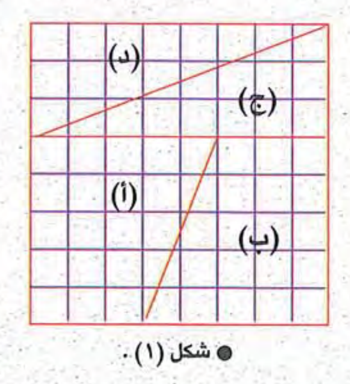
مساحة للتفكير



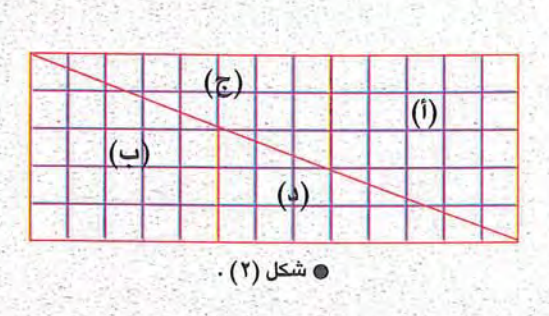
« زيادة المساحة »

يوجد مربع طول ضلعه ٨سم (مساحته = ٦٤ سم٢) تم تقسيمه إلى أربعة أجزاء (أ) ، (ب) ، (ج) ، (د) كما موضح في الشكل (١) فإذا أعيد تجميع هذه الأجزاء بطريقة أخرى كما في الشكل (٢) يكون لدينا مستطيل طول ضلعيه ٥سم و١٣سم ومساحته ٦٥سم٢ .

السؤال : كيف حدث الاختلاف في المساحة علماً بأن مساحة الأجزاء الأربعة المكونة لكلا من المربع والمستطيل لايمكن أن تزيد أو تنقص؟



● شكل (١) .



● شكل (٢) .

أعزاءنا القراء

إذا استطعتم معرفة الإجابة على مسابقة « **زيادة المساحة** » فأرسلوا إجابتكم على عنوان المجلة مع التقيد بما يأتي:

١ـ ترفق طريقة الحل مع الإجابة .

٢ـ تكتب الإجابة وطريقة الحل بشكل واضح ومقروء .

٣ـ يوضع عنوان المرسل كاملاً .

٤ـ آخر موعد لاستلام الحل هو ١٤١٦/١٢/٢٠هـ .

سوف يتم السحب على الإجابات الصحيحة التي تحتوي على طريقة الحل ، وسيمنح ثلاثة من أصحاب الإجابة الصحيحة جوائز قيمة ، كما سيتم نشر أسمائهم مع الحل في العدد المقبل إن شاء الله .

حل مسابقة العدد الخامس والثلاثون

« الحجرة الوسطى »

من المعطيات في (١) نجد أن واحدة من المجموعات الثلاثية التالية مرتبطة مع كل رجل من الرجال وذلك كما يلي : ـ

(أ) ثوب صوف ، سيارة أمريكية ، لحم جمل

(ب) ثوب صوف ، سيارة يابانية ، لحم غنم

(جـ) ثوب قطن ، سيارة أمريكية ، لحم غنم

(د) ثوب قطن ، سيارة يابانية ، لحم جمل

(هـ) ثوب صوف ، سيارة أمريكية ، لحم غنم

(و) ثوب صوف ، سيارة يابانية ، لحم جمل

(ز) ثوب قطن ، سيارة أمريكية ، لحم جمل

(ح) ثوب قطن ، سيارة يابانية ، لحم غنم

من المعطيات في (٥) الثلاثية (جـ) والثلاثية (ح) غير ممكنة .

من المعطيات في (٦) الثلاثية (ب) أحد المجموعات المقبولة .

من المعطيات في (٨) الثلاثية (هـ) و (و) غير ممكنة .

من المعطيات في (٨) الثلاثية (د) و (ز) لا يمكن قبولهما معاً ، ولذلك فإن الثلاثية (أ) مقبولة .

من المعطيات في (٨) الثلاثية (ز) غير ممكنة ، ولذلك فإن الثلاثية (د) مقبولة .

من المعطيات في (٢) و (٣) و (٤) الرجل الذي يسكن في الحجرة في الوسطى لا يخرج من أحد الإحتمالات التالية :

١ ـ الرجل الذي يأكل لحم جمل ويملك سيارة أمريكية .

٢ ـ الرجل الذي يملك سيارة يابانية ويلبس ثوب قطن .

٣ ـ الرجل الذي يأكل لحم جمل ويلبس ثوب قطن .

وحيث أن ذلك ينطبق على الثلاثيات (أ) و (ب) و (د) فالثلاثية التي في الوسط إما (أ) أو (ب) أو (د) حسب الإحتمالات التالية :

الإحتمال	ترتيب الثلاثية حسب الحجرات		
	اليمنى	الوسطى	اليسرى
١	(أ) (ب)	(د) (د)	(ب) (أ)
٢	(أ) (د)	(ب) (ب)	(د) (أ)
٣	(ب) (د)	(أ) (أ)	(د) (ب)

الإحتال (١) لا يمكن قبوله حسب المعطيات في (٧) .

الإحتمال (٢) لا يمكن قبوله لأنه يخصص الغرفة الوسطى إما لأحمد أو محمد أو ناصر .

الإحتمال (٣) هو الإحتمال الصحيح وفيه يكون :

محمد صاحب الثلاثية (أ) أو (د)

أحمد صاحب الثلاثية (ب) أو (د)

ناصر هو صاحب الثلاثية (أ) دون غيرها وهو الذي يسكن الغرفة الوسطى .

الفائزون في مسابقة العدد الخامس والثلاثون

تلقت المجلة العديد من الرسائل التي تحمل حل مسابقة العدد الخامس والثلاثون « الحجرة الوسطى » وقد تم إستبعاد جميع الحلول التي لم تتقيد بشروط المسابقة ، وكذلك الرسائل التي وصلت متأخرة عن الموعد المحدد . وبعد فرز الحلول وإجراء القرعة على الحلول الصحيحة فاز كل من الآتية أسماؤهم : ـ

١ ـ أحمد علي محمد رشدي ـ جدة

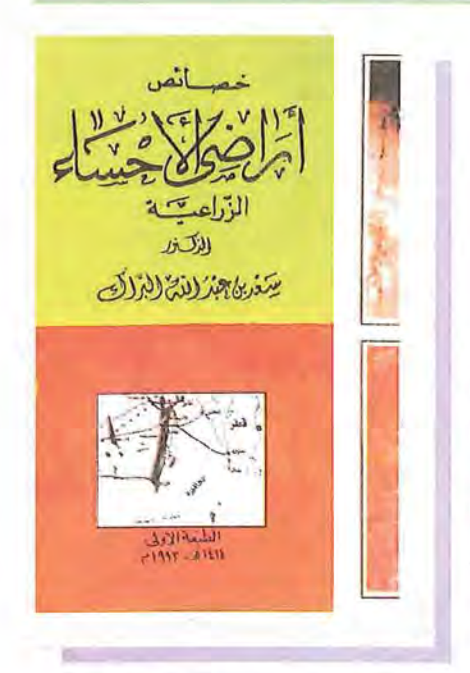
٢ ـ فاطمة إسماعيل حجازي جمعة ـ القاهرة

٣ ـ وداد الأمين عبد الله ـ الرياض

ويسعدنا أن نقدم للفائزين هدية قيمة ، سيتم إرسالها لهم على عناوينهم ، كما نتمنى لمن لم يحالفهم الحظ ، حظاً وافراً في مسابقات الأعداد المقبلة.

خصائص أراضي الأحساء الزراعية

عرض : د . علي عبد الله الجلعود



ألف هذا الكتاب الدكتور / سعد بن عبد الله البراك ، أستاذ علم الأراضي ، كلية الزراعة وعلوم الأغذية ، جامعة الملك فيصل ، وصدرت الطبعة الأولى منه عن مطابع الحسيني الحديثة عام ١٤١٤هـ/١٩٩٣م . يقع الكتاب في ٣٦٥ صفحة من الحجم المتوسط مقسمة إلى مقدمة ، وتسعة فصول ، وخاتمة ، ومراجع عربية وأجنبية ، وملحقا للرموز والكلمات (انجليزي - عربي) المستخدمة في وصف قطاع التربة .

يشتمل **الفصل الأول** من الكتاب « الموقع والظروف البيئية » على ثلاثة مواضيع هامة هي الموقع الجغرافي لمنطقة الأحساء (المساحة والإرتفاع عن سطح البحر وأهم المدن والقرى والمراكز والهجر)، والظروف المناخية السائدة وعناصرها من حيث الحرارة والبخرنتح والرياح ، والغطاء النباتي الطبيعي وعلاقته بتكوين التربة . وقد أشار المؤلف إلى محدودية تأثير الغطاء النباتي على خواص التربة وذلك لقلة الأمطار بالمنطقة .

خصص المؤلف **الفصل الثاني** من هذا الكتاب للحديث عن « جيولوجية منطقة الأحساء » ، وبدأه بالحديث عن تركيب شبه الجزيرة العربية والعمليات الجيولوجية الداخلية والخارجية التي حدثت بالمنطقة وتمثلت في دورتين من الحركات البانية للجبال (حقب ماقبل الكمبري) . وأشار المؤلف إلى أن منطقة الأحساء هي جزء من المملكة التي تتركب — بصفة عامة — من وحدتين جيولوجيتين رئيستين هما الدرع العربي والرصيف العربي . وتطرق المؤلف بعد ذلك إلى التاريخ الجيولوجي لمنطقة الأحساء منذ عصر البلايوسين ، وكذلك التكوينات الرسوبية بالمنطقة على مر العصور مثل تكوين الوسيع (الطباشيري الأوسط والأعلى) ، وتكوين العرمة (الطباشيري الأعلى) ، وتكوين أم الرضمة (الباليوسين) ، وتكوين الرس (الإيوسين الأسفل)، وتكوين الدمام (الأيوسين الأوسط) ، والسلسلة النيوجينية ، والرسوبيات الرباعية . وانتقل المؤلف بعد ذلك للحديث عن جيومورفولوجية منطقة الأحساء ذاكراً أنها تتكون من ثلاث وحدات هي منطقة الأحواض الرملية ، وهضبة الصمان ، ومنطقة السهل الساحلي للخليج العربي ، إضافة إلى الوحدات المحلية الأخرى مثل واحات العيون والنواة والسيفة والواحات الشمالية ، وسبخات الكشت والأصفر والعربة والمجصة والحمام والصرة . واختتم المؤلف هذا الفصل بالحديث عن مواد الأصل لأراضي منطقة الأحساء مشيراً إلى أنها نشأت من رواسب ذات أنواع متعددة (رواسب فيضية ورواسب منحدرات ورواسب شواطيء ورواسب بحيرات) ترسبت خلال فترات متعددة بوساطة بعض العمليات الجيولوجية المختلفة .

تطرق المؤلف في **الفصل الثالث** « خصوبة التربة » إلى تعريف الأراضي الخصبة ، والعناصر الضرورية لنمو النبات حيث تم تقسيمها إلى عناصر كبرى مثل النيتروجين والفسفور والبوتاسيوم والكالسيوم ، والمغنيسيوم والكبريت ويحتاجها النبات بكميات كبيرة نسبياً تتجاوز ٥٠٠ جزء بالمليون ، وعناصر صغرى مثل البورون والحديد والمنجنيز والنحاس والزنك والموليبدنوم والكوبالت والكلور ويحتاج إليها النبات بكميات قليلة لا تتجاوز ٥٠ جزء بالمليون . كما أشار المؤلف في هذا الفصل إلى أن أراضي منطقة الأحساء فقيرة في المادة العضوية مما ينعكس سلباً على خصوبة التربة وتغذية النباتات المزروعة بالمنطقة .

وأشار المؤلف إلى انخفاض نسبة كل من عنصرى الحديد والزنك في الأراضي غير المزروعة (سبخات وكثبان رملية) والأراضي المستصلحة حديثاً إلى جانب أراضي الواحات والأراضي الزراعية المهجورة مقارنة بالأراضي المزروعة لفترات طويلة من الزمن التي تحتوي أيضاً على نسبة أعلا من المادة العضوية . وأضاف المؤلف أن أراضي منطقة الإحساء لا تعاني من نقص في عنصرى البوتاسيوم والبورون وذلك لتوافرهما بتراكيز مناسبة في مادة الأصل .

جاء **الفصل الرابع** من الكتاب تحت عنوان « معادن التربة » وعرفها المؤلف بأنها الجزء المعدني غير العضوي من فتات مادة الأصل وقسمها إلى قسمين - على أساس التبلور من عدمه - هما المعادن الأولية مثل الزركون والتورمالين والبارايت والبيوتايت والكلورايت ، والمعادن الثانوية (معادن الطين) مثل الأتابولقيت ، والإلبيت ،

والمونتمــوريلــونيت ، والكلورايت ، والكاؤولينيت ، وأن معادن الأتابولقيت والإلبيت هما أكثر المعادن وفرة وشيوعاً في تلك الأراضي .

واختتم المؤلف هذا الفصل بشكل يوضح التركيب المعدني لأراضي المملكة على إمتداد مقطع عرضي من البحر الأحمر غرباً إلى الخليج العربي شرقاً .

خُصص **الفصل الخامس** للحديث عن « تصنيف الأراضي » حيث تم استخدام النظام الأمريكي الشامل لتصنيف وتقسيم أراضي المنطقة من قبل كافة الباحثين الأمر الذي دعى المؤلف إلى إعطاء وصفاً لهذا النظام لإعتقاده بأنه أشمل وأدق النظم المعروفة حالياً لتصنيف الأراضي ، وذكر المؤلف أهم مميزات هذا النظام التي تتمثل في إستيعاب تصنيف أي أرض في العالم بناءً على أساس الآفاق التشخيصية ، وإعتماده على صفات مقاسة ومحددة ، وتعدد مستوياته كما أن أسماء وحداته مأخوذة أو مشتقة من أصل لاتيني أو يوناني الأمر الذي أدى إلى قبوله عالمياً .

وتطرق المؤلف بشيء من التفصيل إلى الآفاق التشخيصية السطحية وتحت السطحية ونظام الرطوبة والخواص التشخيصية للصفوف العليا التي يمكن على ضوئها تحديد إسم الرتبة التي تنتمي إليها إحدى هذه الأراضي .

كما تطرق المؤلف كذلك إلى الخواص المفرقة للعوائل والسلاسل الأرضية للصفوف الدنيا مثل أقسام التوزيع الحجمي للحبيبات وأقسام التركيب المعدني للتربة وأقسام حرارية التربة .

وقد تم تصنيف مختلف الأراضي بمنطقة الأحساء ضمن أربع رتب أرضية هي رتبة الأراضي الحديثة (Entisols) ، ورتبة الأراضي الجافة (Aridisols) ، ورتبة الأراضي الأولية (Inceptisols) ، ورتبة الأراضي الناعمة (Mollisols) .

عُنى **الفصل السادس** بالخواص الكيميائية والفيزيائية حيث اشتملت الخواص الكيميائية على الرقم الهيدروجيني (pH) وقيمته ، والسعة التبادلية الكاتيونية ، والفوسفور ، والكربون العضوي ، والبوتاسيوم ، والكالسيوم ، والتوصيل الكهربائي (ملوحة التربة) ، وتركيز الجبس ، ونسبة كربونات الكالسيوم . بينما اشتملت الخواص الفيزيائية على قوام التربة حيث أن القوام السائد بالمنطقة طمي رملي ، وطمي غريني . كما احتوى هذا الفصل على ٧٩ جدول تصف قطاعات التربة لمواقع مختلفة من منطقة الأحساء من خلال عدة عوامل هي الأفق ، و العمق ، والملوحة ، والبناء ، والمقاومة ، والتوزيع الحجمي للحبيبات ، ودرجة القوام إضافة إلى الموقع ، والغطاء النباتي ، و التصنيف ، والوحدة المورفولوجية .

تطرق **الفصل السابع** إلى موضوع « حصر الأراضي » مشيراً إلى أن واحة الأحساء يمكن تقسيمها إلى ست وحدات (بمساحة ٢٨٤٧٣,٩ هكتار) ذات خصائص معينة من حيث عمق التربة ، ودرجة القوام ، و محتوى التربة من المادة العضوية ، ودرجة الملوحة ، مبيناً أن الوحدات ذات الخصائص المشتركة هي قاعدة الإنطلاق للأبحاث الخاصة بمورفولوجيا وتصنيف نشأة هذه الأراضي، وأن تحقيق التنمية الزراعية السليمة يتطلب الإستغلال الإقتصادي الأمثل للموارد الأرضية والمائية .

تحدث المؤلف في **الفصل الثامن** عن « استعمالات الأراضي بالأحساء » مستخدماً تصنيف مصلحة صيانة التربة الأمريكية ، وبموجب هذا التصنيف تم تقسيم الأراضي إلى ثلاث مجاميع رئيسة ـ تحتوي كل منها على عدد من الأصناف أو الأقسام ـ هي أراضي ملائمة لإستعمالات عديدة ، وأراضي محدودة الإستعمال ، وأراضي محدودة جداً في الإستعمال . كما تم تقسيم الأراضي (بمساحة كلية ٧٩٥٩٠ هكتار) حسب قدرتها الإنتاجية إلى ستة أقسام هي : ـ

- أراضي صالحة بدرجة عالية للري وهي غير متوفرة بمنطقة الأحساء .
- أراضي صالحة بدرجة متوسطة للري بمساحة ٧٥٠٠هكتار وتمثل ٩,٤٢٪ .
- أراضي صالحة بدرجة كافية للري بمساحة ٣٠,٠٠٠ هكتار وتمثل ٣٧,٦٩٪ .
- أراضي مكافئة للقسم الأول والثاني والثالث مع وجود بعض المتطلبات ولا توجد في منطقة الأحساء .
- أراضي تحتاج إلى معلومات إضافية قبل التقسيم النهائي ومساحتها ٢١٠٠٠ هكتار وتعادل ٢٦,٣٩٪ .
- أراضي غير صالحة للزراعة ومساحتها ٢١٠٩٠ هكتار وتعادل ٢٦,٥٠٪ .

تطرق المؤلف في **الفصل التاسع** « إستصلاح الأراضي » للأسباب المؤثرة على إنتاجية الأراضي الزراعية بالأحساء والطرق المناسبة لاستصلاح هذه الأراضي مثل الأراضي الملحية والجبسية والجيرية كما تطرق إلى المحاصيل المناسبة للأراضي المستصلحة ونتائج التجارب الخاصة بعمليات الإستصلاح.

يُعد الكتاب مرجعاً علمياً جيداً للباحثين والمهتمين بدراسات الأراضي لمنطقة الأحساء أحد الواحات الزراعية الهامة بالجزيرة العربية حيث أنه يحتوي على معلومات وحقائق قيمة عن خصائص أراضي هذه المنطقة حصل عليها المؤلف من كتب ومقالات علمية وتقارير قامت بإعدادها الشركات الإستشارية عن التربة والمياه والزراعة في منطقة الأحساء .



كتب صدرت حديثاً

كيمياء وفيزياء الملوثات البيئية مع طرق الكشف عنها وتأثيراتها البيوطبية

ألف هذا الكتاب كل من **الدكتور / عاطف عليَّان ، والدكتور / عوض الحصاري ، والدكتور / فتحي شاكر الأشهب** ، قسم الكيمياء ، جامعة قار يونس ، بنغازي ، ليبيا ، عام ١٩٩٤م .

يقع الكتاب في ٢٧٢ صفحة من الحجم المتوسط تحوي بين طياتها تقديم ، وفهرس لمحتويات الكتاب، وستة عشر باباً ، بالإضافة إلى المراجع العربية والأجنبية .

تتناول أبواب الكتاب ـــ بالترتيب ـ مقدمة، وتلوث الهواء ، وتلوث المياه ، والتلوث بالمبيدات ، ومعالجة مياه الصرف الصحي ، والتحليل الكيميائي للعينات البيئية ، والتلوث الإشعاعي وطرق الكشف عنه ، والتحليل الكيميائي لمكونات الهواء والماء الملوثة ، والتلوث الزراعي ، وتلوث الأطعمة والأدوية ومواد التجميل ، والتلوث الصناعي ، والتلوث البحري ، والمنظفات ، والتلوث الحراري والضوضاء ، والآثار البيوطبية للملوثات البيئية ، والتحكم في التلوث .

أساسيات الخرائط الجيولوجية

صدر هذا الكتاب عن عمادة شؤون المكتبات ـ جامعة الملك سعود عام ١٤١٥هـ ـ ١٩٩٥م ، وقام بتأليفه كل من **الدكتور / نعيم أحمد شعث ، والدكتور خالد بن ابراهيم التركي** ـ قسم الجيولوجيا ـــ كلية العلوم ـ جامعة الملك سعود .

يقع الكتاب في ١٨٥ صفحة من الحجم المتوسط تحوى بين طياتها ثلاثة فصول ، وملحقين ، ومراجع عربية وأجنبية ، وثبت المصطلحات العلمية (عربي انجليزي ، وانجليزي ـــ عربي) ، وكشاف الموضوعات ، وينتهي الكتاب بمجموعة من التمارين العامة .

تتناول فصول الكتاب بالترتيب الخرائط الطوبغرافية ، والخرائط الجيولوجية ، والبنى الجيولوجية (الطيات ، والكسور ، والصدوع ، وعدم التوافق) ، ويحتوي الملحقان على جدول الظلال ، وجدول جيوب التمام .







سلسلة الخريجي التعليمية في الكيمياء

صدرت الطبعة الأولى من سلسلة الخريجي التعليمية في الكيمياء للمرحلة الثانوية عن دار الخريجي للنشر والتوزيع عام ١٤١٦هـ ـ ١٩٩٦م . وقام بتأليفها **الدكتور أحمد بن عبد العزيز العويس ،** قسم الكيمياء ، كلية العلوم ، جامعة الملك سعود.

تتكون السلسلة من ثلاثة كتب ، وتقع في ٧٩٥ صفحة من الحجم المتوسط تحوى بين طياتها العديد من المعادلات والصيغ الكيميائية بالإضافة إلى ٨٤٠ سؤالاً ومسألة محلولة .

تناولت فصول الكتاب الأول بالترتيب طبيعة المادة ، ونبذة تاريخية حول الذرة ، والنظرية الذرية الحديثة ، والترتيب الدوري للعناصر ، والتفاعل الكيميائي والمعادلة الكيميائية ، والفلزات القلوية والقلوية الأرضية وبعض عناصرها ومركباتها ، والمجموعتان الثالثة والرابعة (أ) من الجدول الدوري ، والكيمياء العضوية .

وتناولت فصول الكتاب الثاني دراسات حديثة لتركيب الذرة ، ونتائج الترتيب الدوري للعناصر ، والروابط الكيميائية والروابط الفيزيائية ، والعناصر الإنتقالية ، وكيمياء الهواء ، وكيمياء الماء ، وتركيز المحاليل ، وأنواع المحاليل ، والتفاعل الكيميائي والحسابات الوزنية ، وحرارة التفاعل الكيميائي ، والغازات في التفاعلات الكيميائية ، وتعريف الكيمياء العضوية ، والصيغ الكيميائية .

أما الكتاب الثالث فتناولت فصوله بالترتيب سرعة التفاعل الكيميائي ، والإتزان الكيميائي ، والمحاليل الموصلة للكهرباء ، وحسابات متعلقة بالحموض والقواعد ، والأكسدة والإختزال ، والنيتروجين ومركباته ، والهالوجينات ، وتحديد الكتل المولية وتحديد المولارية ، وبعض المجموعات الوظيفية وأهم مركباتها ، والبروتينات والكربوهيدرات ، والكشف عن المواد العضوية وتحليلها .



من أجل فلذات أكبادنا

قوة دفع الماء

لا شك أن الكثير منكم شاهد أحد السدود المقامة في مناطق مختلفة من أرض الوطن ، والكثير منكم يسأل لماذا يكون بناء السدود بتلك الطريقة التي يكون فيها حائط السد سميكا عند أسفله وأقل سمكا عند القمة ، إن السبب في ذلك التصميم هو سبب هندسي وعلمي بحت ، ولكي نكتشف ذلك دعونا نجري هذه التجربة البسيطة .

أدوات التجربة

علبة معدنية متوسطة الحجم ، مطرقة ، مسمار ، مسطرة بلاستيكية ، كمية كافية من الماء لملء العلبة .

خطوات العمل

١ ـ أثقب العلبة باستخدام المطرقة والمسمار ثلاثة ثقوب متساوية الأقطار ، ويفضل أن تكون متساوية الأبعاد من بعضها البعض وعلى خط عمودي واحد .

٢ ـ ضع العلبة في الحديقة (أو في مكان مناسب) وضع المسطرة في إتجاه متعامد مع خط الثقوب الثلاثة ، شكل (١) .

٣ ـ إملأ العلبة بالماء .

المشاهدة

يندفع الماء من الثقوب الثلاثة ، بدرجات مختلفة ، وذلك بإختلاف ارتفاع الثقب من السطح حيث تكون قوة الإندفاع الأكبر في الثقب القريب من القاع (وبالتالي تكون المسافة أطول) ثم الذي يليه (المسافة أقصر) وضعيفة في الثقب العلوي (المسافة الأقصر) ، شكل (٢) .

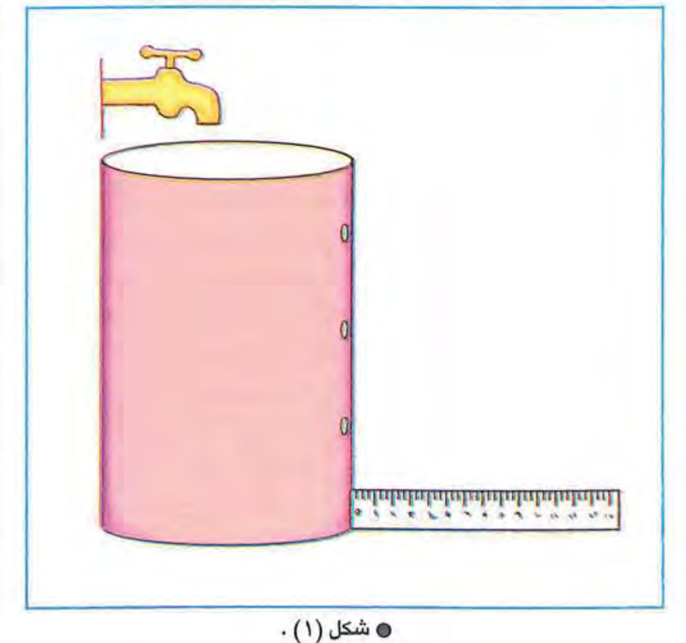
الاستنتاج

يستنتج من ما سبق أن ضغط الماء يكون كبيراً في الأسفل ثم يقل كلما ارتفعنا إلى الأعلا .

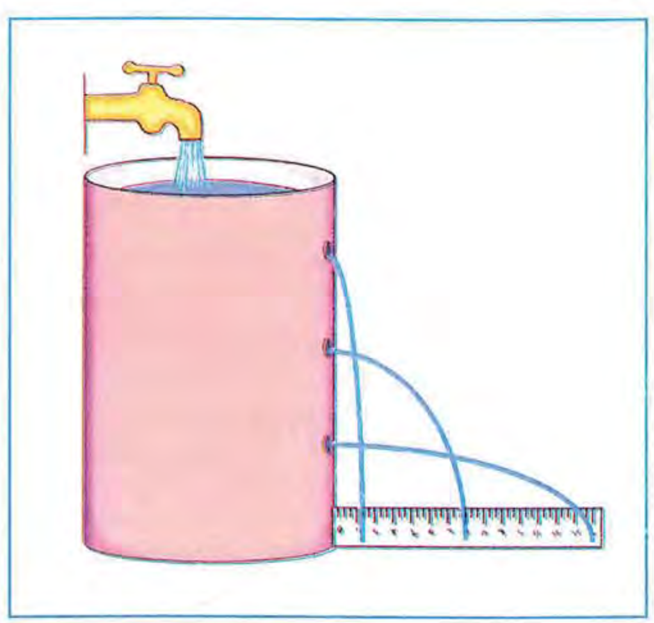
لذا بنيت السدود بطريقة يكون فيها السد سميكا من الأسفل وأقل سمكا عن القمة لكي يتحمل قوة ضغط الماء الكبيرة في أسفل السد .

المصدر :

ـ فتحي محمد صالح ، الفيزياء والكيمياء المسلية ، ١٩٩٢ ، مكتبة ابن سينا ، القاهرة .



● شكل (١) .



● شكل (٢) .



أثر مياه الصرف المالحة على النبات وخواص التربة

قامت مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية في الفترة من ١٤١٢هـ إلى ١٤١٤هـ بتمويل مشروع بحثي يهدف إلى دراسة أثر استخدام مياه الصرف على نمو وإنتاج بعض المحاصيل الحقلية وخواص التربة باستخدام نظامي الري بالرش والغمر.

وقد كان الباحث الرئيس الدكتور يحيى النابلسي ـ جامعة الملك فيصل ، الإحساء ـ كلية الزراعة .

● أهداف البحث

اشتمل البحث على الأهداف التالية :

١ ـ تحديد مدى تأثير مياه الصرف المالحة على نمو وإنتاج الشعير ، البرسيم الحجازي ، لوبيا العلف ، وفول الصويا.

٢ـ بحث تأثير التفاعل بين نوعين من مياه الرى ، وفترات الري ، ومستويات التسميد النيتروجيني والفوسفاتي على مدى تحمل المحاصيل للملوحة .

٣ـ دراسة تأثير مياه الصرف المالحة على الخواص الطبيعية والكيميائية للتربة .

٤ـ تقييم استخدام نظامي الري بالغمر والرش تحت ظروف المياه المالحة .

٥ـ دراسة تأثير مكونات البيئة على الإنتاج ومكوناته ونوع المحصول والتربة .

● نتائج البحث

كانت نتائج البحث كما يلي:

١ـ تسبب إستخدام مياه الصرف المالحة في انخفاض معدلات النمو الإنتاجية في جميع المحاصيل وخاصة عند تباعد الريات وذلك بسبب ارتفاع أيوني الصوديوم والكلور في مياه الري .

٢ـ إزداد الإجهاد الملحي وتأثيره على نمو المحاصيل مع ارتفاع درجة الحرارة في فصل الصيف بمنطقة الإحساء التي تتميز بصيف حار جاف ترتفع فيه معدلات التبخر والنتح.

٣ ـ لم يكن لإضافة السماد الفوسفاتي تأثير معنوي على مقاومة المحاصيل للإجهاد الملحي لماء الصرف ، ولكن كان تأثير السماد النيتروجيني مؤثراً بدرجة كبيرة ، حيث حققت إضافة النيتروجين بمعدلات عالية نتائج إيجابية في قدرة المحاصيل على تحمل ملوحة ماء الري .

٤ ـ إنخفاض كفاءة تثبيت النيتروجين الجوي نتيجة للتأثير السلبي لماء الصرف المالح على نمو البكتيريا العقدية في محاصيل البرسيم ولوبيا العلف وفول الصويا .

٥ ـ بغض النظر عن عمق التربة ، فإنه يمكن لمحصول البرسيم النمو لفترات طويلة باستخدام مياه الصرف المالحة إذ لن يرتفع تركيز الأملاح في الجزء الأعلى من منطقة الجذور إلى معدل خطر .

٦ ـ يؤدي عموماً استخدام مياه الصرف إلى إرتفاع مستوى الملوحة في التربة ولكن تكرار عملية الري يمنع من ارتفاع معدل الملوحة بدرجة كبيرة .

٧ ـ بالمقارنة مع الري بالغمر فإن الري بالرش لايمثل بديل أفضل عند استخدام مياه الصرف المالحة في الظروف المناخية لمنطقة الإحساء .

٨ ـ عند دراسة تأثير تلوث أرض التجربة بالكبريت والرصاص وجد أن تركيز الكبريت يتراوح بين ١٨٠٠ إلى ٣٠٠٠ جزء من المليون ، بينما يتراوح تركيز الرصاص ما بين ١٠ إلى ٤٥ جزء من المليون ، ولم يكن لأي منهما تأثير معنوي على الإنتاجية ومكوناتها ونوعية المحصول وطبيعة التربة ، كما لم تظهر أعراض الضرر الناشئة عن التلوث بهذه العناصر .

● التوصيات

على ضوء النتائج التي تم الحصول عليها من خلال التجارب التي أجريت بمنطقة الإحساء يوصى بما يلي : ـ

١ـ الاهتمام بالمراقبة اللصيقة لتركيز الأملاح في التربة وخاصة في منطقة الجذور مع التأكيد على أهمية غسيل التربة خلال عمليات الري المتكرر بحيث توفر كمية الماء المستخدمة جزء فعال من الماء يسمح بغسيل التربة من الأملاح الزائدة عند استخدام مياه الصرف لري المحاصيل الشتوية .

٢ـ استخدام خليط من ماء الصرف وماء الري بمعدلات مختلفة لخفض مستوى ملوحة ماء الصرف .

٣ـ استخدام مياه الري ذات المستوى الملحي المنخفض في الري في الفترات الحساسة من دورة حياة النبات .

٤ـ استخدام مياه الصرف في ري المزروعات الشتوية إذ أن الحرارة في فصل الصيف تتضاعف من تأثير الإجهاد الملحي .

٥ـ اتباع التسميد النيتروجيني بمعدلات مرتفعة لأن ذلك يساعد النبات على تحمل الإجهاد الملحي .

٦ـ استخدام نظام الري بالغمر مع مراعاة الإبقاء على نسبة من الماء لمقابلة احتياجات غسيل التربة عند استخدام ماء الصرف الزراعي .

إزالة ملوثات البيئة بالموجات الصوتية

أصبح بالإمكان الإستفادة من طاقة الموجات الصوتية في مجال إزالة الملوثات التي تضر بالبيئة . هذا ما أشارت إليه دراسة حديثة أجراها **ميشيل هوفمان** (Michael R. Hoffman) عالم الكيمياء بمعهد كاليفورنيا للتقنية (California Institute of Technology) في باسدينا بالولايات المتحدة .

تعمل الموجات الصوتية - عندما يزيد ترددها عن ١٦ كيلو هيرتز (١٦ ألف ذبذبة في الثانية) - عند تسليطها على السائل على تكوين فقاقيع متناهية الصغر سرعان ماتختفي - في أقل من جزئيات قليلة من جزء من مليون جزء من الثانية - بسبب تعرضها إلى درجة حرارة عالية وتمددها قبل اختفاءها . ويشير **هوفمان** أن درجة الحرارة داخل الفقاقيع - قد تصل إلى ٥٠٠٠ْم - تكفي لتكسير الروابط الكيميائية بين جزيئات المواد الذائبة في الماء .

وفي إحدى التجارب التي أجراها **هوفمان** ومجموعته تم تعريض محلول مبيد الباراثيون (Parathion) في الماء لموجات بتردد ٢٠ كيلو هيرتز ، وقد أمكن بوساطة الطاقة الناتجة عن هذه الموجات - ٧٥وات/ سم٢ - تكسير الروابط الكيميائية للمبيد المذكور في حوالي ساعتين ، وهذا يعني حسب مايشير **هوفمان** أن نصف العمر (Half - Life) لتحلل هذا المبيد قد انخفض من ١٠٨ أيام إلى نصف ساعة .

ويضيف **هوفمان** أن التجارب العملية التي أجرتها مجموعته أشارت إلى أنه بالإمكان إزالة كثير من الملوثات باستخدام تقنية الموجات الصوتية ، مما يعني أن هناك آمال معقودة على هذه التقنية في التخلص من المخلفات السامة والضارة بالبيئة .

المصدر :

Science News, Jan 1995, Vol 147, P 15 .

التدخين وسرطان القولون

لم تحسم دراسات سابقة مدى تأثير التدخين على سرطان القولون بسبب أن حوالي ٥٠٪ من حالات سرطان القولون كانت لوجود طفرة (Mutation) في المورث رقم ب ٥٣ (P53 Gene) ، تتسبب الطفرة في المورث المذكور في جعل الخلايا تتجه لإنتاج كميات وفيرة جداً من البروتينات المشوهة التي تربطه مع المورثات الأخرى عن طريق الشفرة الوراثية . إضافة إلى أن هذه البروتينات تفشل في أداء وظائفها على الوجه المطلوب .

وفي إحدى التجارب لمعرفة العلاقة بين التدخين وسرطان القولون قام **اندرو فريمان** (Andrew Freeman) ومجموعته بمعهد السرطان ببفلو في ولاية نيويورك الأمريكية بفحص خلايا ١٦٣ من الأشخاص المصابين بسرطان القولون لمعرفة الذين لديهم طفرة في المورث ب ٥٣ من غيرهم ، كما تم مقارنة هؤلاء المرضى بـ ٣٢٦ من الأصحاء - مدخنين وغير مدخنين - كعينة عيارية (Control Sample) لمعرفة أثر التدخين على السرطان .

بمقارنة عادة التدخين عند المصابين بسرطان القولون بنظرائهم الأصحاء وجد أن معدل الإصابة بالسرطان عند المدخنين يزيد بنسبة قليلة جداً عن معدل إصابة غير المدخنين . أما عند تصنيف المصابين بالسرطان إلى أشخاص لديهم طفرة في المورث بـ ٥٣ وأشخاص ليست لديهم تلك الطفرة فإن المقارنة أظهرت أن التدخين ليس له دور كبير في تطور السرطان عند الأشخاص ذوي الطفرة في المورث المذكور ، ولكنه في المقابل أثّر كثيراً في تطور سرطان الأشخاص ذوي المورث الطبيعي . (غير المصاب بالطفرة) ، بل إن الذين يسرفون في التدخين في تلك المجموعة عانت من السرطان أكثر من المدخنين العاديين . ويمكن القول أن معدل إصابة المدخنين بسرطان القولون في مجموعة المورث الطبيعي يزداد طردياً بزيادة معدل التدخين .

خلاصة القول يبدو أن هناك عاملان للإصابة بسرطان القولون يختلفان فيما بينهما هما وجود طفرة في المورث بـ ٥٣ والتدخين . وعليه يصعب - حتى الآن - التحكم في عامل الطفرة ، ويبدو أن الإنسان يمكنه تقليل معدل الإصابة بهذا المرض العُضال لو أنه امتنع عن التدخين !! فهل هو فاعل ذلك ؟؟ خاصة وأن التدخين يتسبب في أمراض أخرى ؟؟ .

المصدر :

Science News, July 1995, Vol. 148, P. 31 .

الحفاظ على الأغشية المزروعة

يمكن للباحثين / ولأول مرة - تحضير كميات كبيرة من بروتين له القدرة على مساعدة الخلايا في الإحتفاظ بشكلها المعتاد إضافة إلى التعضي في صورة أنسجة مميزة ، يمثل هذا البروتين أحد ستة أغشية صفائحية وهو يوجد عادة كجزء من الغشاء القاعدي (Basement Membrane) الموجود داخل طبقات الخلايا المكونة للنسيج السطحي . **وينوي جوناثن جونز** (Jonathan C.R. Jones) عالم الأحياء في المعهد الطبي بجامعة نورث وسترن (Northwesteren) بشيكاغو تحضير هذا النوع من الأغشية للمساعدة في الحفاظ على الأنسجة المزروعة وتحضيرها .

وقد رغب **جونز** في دراسة نوع محدد من روابط تسمى روابط الخلايا النصفية (Hemidesmosomes) لها خاصية تثبيت الخلايا بالأغشية القاعدية ، ومن هذه الروابط الروابط التي تلصق خلايا اللثة السليمة بالأسنان مكونة عازلاً جيداً يمنع البكتيريا من الوصول إلى العظم الداخلي .

إلا أنه اكتشف لاحقاً أن الخلايا المبدلة (Mutant Cells) يمكنها تكوين وإفراز الكثير من الأغشية ، ولذلك فإن إضافتها إلى محاليل تحوي قرنيات بشرية معطوبة يمكنه أن يسرع في شفائها لأن القرنيات تمتص الأغشية المذابة وتستخدمها في عملية إعادة تكوينها .

ويتوقع **جونز** بأن الأغشية قد تسرع من عملية نمو صفائح جلد المصابين بالحروق علاوة على أنها قد تثبت فائدتها في تخفيف سرعة رد فعل اللثة المعرضة للاعتلال مع تقدم العمر .

ويعمل **جونز** - في الوقت الحالي - مع شركة متخصصة في التقنية الحيوية لإجراء تجارب على الحيوانات للتأكد من سلامة وملاءمة استخدام تلك الأغشية لمعالجة القرنية واللثة .

المصدر :

Science News, Jan 1995, Vol. 147, P. 15 .



مع القــراء

أعزاءنا القراء

يسعى العـاملـون على إصدار مجلـة العلـوم والتقنية في كـل عدد يصـدر إلى تحقيق رغبات جميع قـرائها في الوطن العـربي حيث تبذل الجهود للـوصول إلى الهدف المنشود ، إلا أنـه يصعب ـ لضيق المساحـة وكثرة الرسـائل ـ تحقيق كل رغبات القراء ، ومع ذلك فالسعي مستمر لبـذل المزيـد والمزيد لتحقيق أكبر قدر منها في حدود الامكانات المتاحة ، وكل عام والجميع بخير .

● **الأخت / صالحة أحمد على المنتشري ـ القنفذة**

نشكـرك على حرصـك الدائم على المجلـة وإطـرائك لها ، أمـا مشكلـة تأخـر وصـول المجلـة لك فهـذا خـارج عن إرادتنـا ــ ولك خالص تحياتنا .

● **الإخـوة**

* **بويرة خالد ـ الجزائر**
* **جبجولي العيد ـ الجزائر**
* **مؤمني سالم ـ الجزائر**
* **قسة التلي ـ الجزائر**

نقدر لكم مشاعـركم الطيبة تجاه المجلة ، ونحاول إرسـال ما يتـوفر من الأعـداد التي طلبتموها .

● **الأخت / نزلي محمد الصغير ـ الجزائر**

المجلة ترحب بك وبما تبعثين به إليها من مقالات شريطة مراعـاة منهاج النشر المنشور في الصفحة الـداخلية للغلاف ، مع تمنيـاتنا لك بالتوفيق .

● **الأخ / د. عبدالحميد شقير ـ سوريا**

نشكركـم على اهتمامكم بالمجلـة ، وهذه هي الرسـالة الأولى التي تصلنـا منكم ، وقد ادرج اسمكم في قائمة الاهداءات .

● **الإخـوة :**

* **خالد حمد الحازمي ـ المدينة المنورة**
* **كاهية مصطفى ـ الجزائر**
* **روشة الشريف ـ الجزائر**
* **براسي الطيب ـ الجزائر**
* **طاطاح ندينة ـ الجزائر**
* **على عيسى حربي ـ الاحساء**

نشكركم على إطرائكـم للمجلة والعاملين فيها ، وما بعثتم بـه ليس من اهتمام المجلة . وشكراً لكم .

● **الأخ / عابدين الحاج محيسي ـ السودان**

يسعدنـا سروركم بوصـول المجلة إليكم وسنحاول ارسـال العددين المطلـوبين حال توفرهما لدينا . وشكراً لكم .

● **الإخـوة :**

* **د. محمود ابراهيم الدوعان**
* **د. محسن أحمد منصوري**

جامعة الملك عبدالعزيز ـ جدة

نشكر لكـم اهتمامكم المتواصل بـالمجلة ونحمــد اللــه على الفــائدة العلميـــة التي وجدتموها في هذه المجلة ، وسوف نعمل على تحقيق ما طلبتم بإذن الله . مع تمنياتنا لكم بالتوفيق .

● **الإخـوة :**

* **أ. شوقي عبدالحميد ـ مكة المكرمة**
* **عليوان عيسى ـ الجزائر**

نشكـركـم على تقـديـركم واعجــابكم بالمجلـة ، أما الاعـداد التي طلبتموهـا فليس بالإمكـان ارسالها لكم وذلك لعـدم توفـرها لدينا . مع تمنياتنا لكم بالتوفيق .

● **الأخ / الأستـاذ عبد الـرحمن العـوفي ـ المدينة المنورة**

مـا حملتـه رسالتك من عبـارات الثنـاء والشكر أثلج صـدورنا ، وحسبنـا يا أخـانا أننـا مهما قـدمنـا للقراء عـامـة وللمـربين الأفـاضل مثلك خـاصـة فلن نفي بما نطمع فعـلا بتقـديمـه وسنظل إن شـاء اللـه على تواصل مستمر مع الجميع .

أمـا فيما يتعلق بـالبنــد السـادس من منهـاج النشر الـذي ذكرت أنـه تعـذر عليك فهمه فالمقصود به أنه يجب إرفاق أي صور فوتغرافية أو أشكال تـوضيحية ذات علاقة بالمقال الذي يزمع الكـاتب إرساله إلى المجلة على أن تكــون تلك الصـور والأشكـال أو الـرسـومات أصـولا وليست صـورا منهـا وذلك لنتمكن من نشرهـا مع المقال في حـالة إجازته للنشر .

أخيرا سنعمل على إرســال جميــع مــا يتوفر من الأعداد في أقـرب وقت إن شاء الله وتقبل خالص تحياتنا .

● **الأخت / جميلة عبـد الله عبـد الرحمن الشهري ـ جده**

نـرجـوا الإتصـال بـالمجلـة لـلأهميـة وتـوضيح عنـوانـك لكي نتمكن من إرسـال جائزتك التي فزتي بها في مسابقة العدد ٢٣ وشكرا .

● **الأخ / بركات الحاج ـ الجزائر**

المجلــة لا تقبل نشر صـور وعنـــاوين قـرائهـا الكرام لغـرض التعـارف كما طلبت وذلك لخصـوصيتهـا وخلو سيـاستهـا من مثل هذه الأغراض .

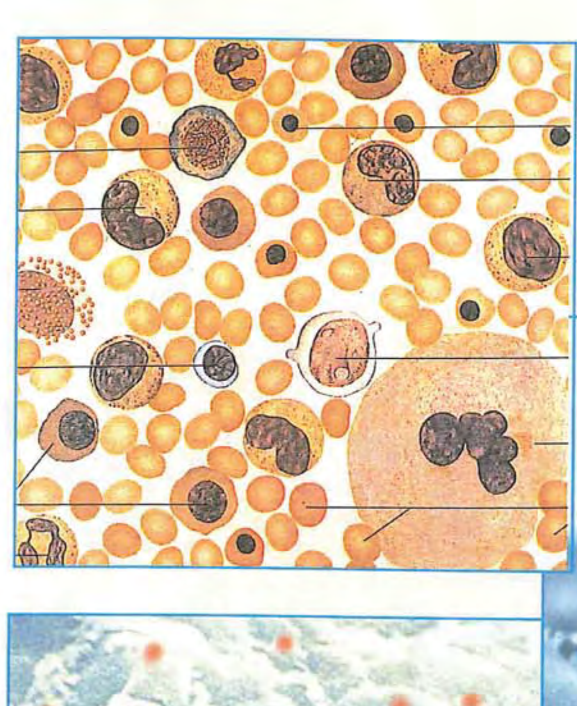
● **الأخ الأستاذ / زيد راشد الفهد ـ حائل**

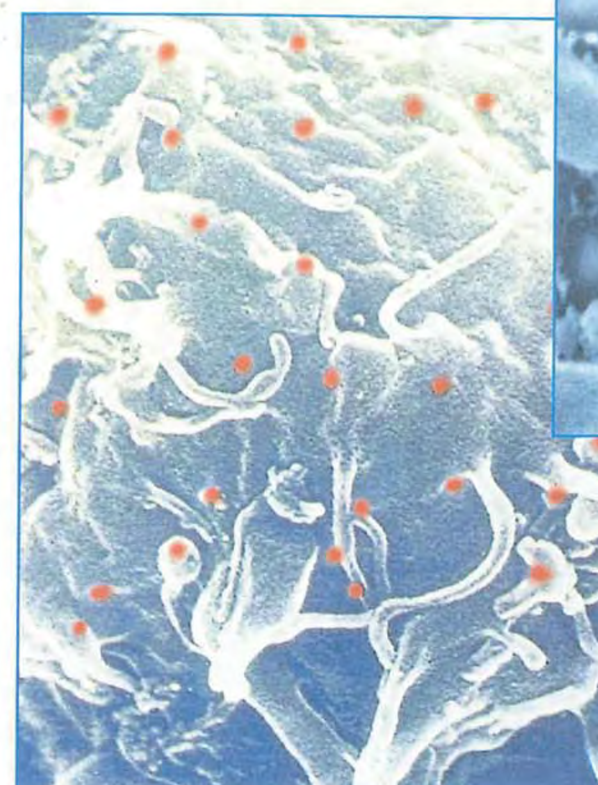
أهلاً بك ضيفاً على صفحات المجلة دائماً إن شـاء اللــه ، وشكـراً على ثنـــائك وكبير إهتمامك بما ينشر فيهـا ، أمـا الإشتراك فلم يتقـرر بعد بصفـة رسمية إلا أنـه يسعدنـا إرسـال المجلـة إلى كـل المهتمين بها أمثـالك وذلك حسب الإمكـانـات المتوفـرة ، وأهلاً بك مرة أخرى .

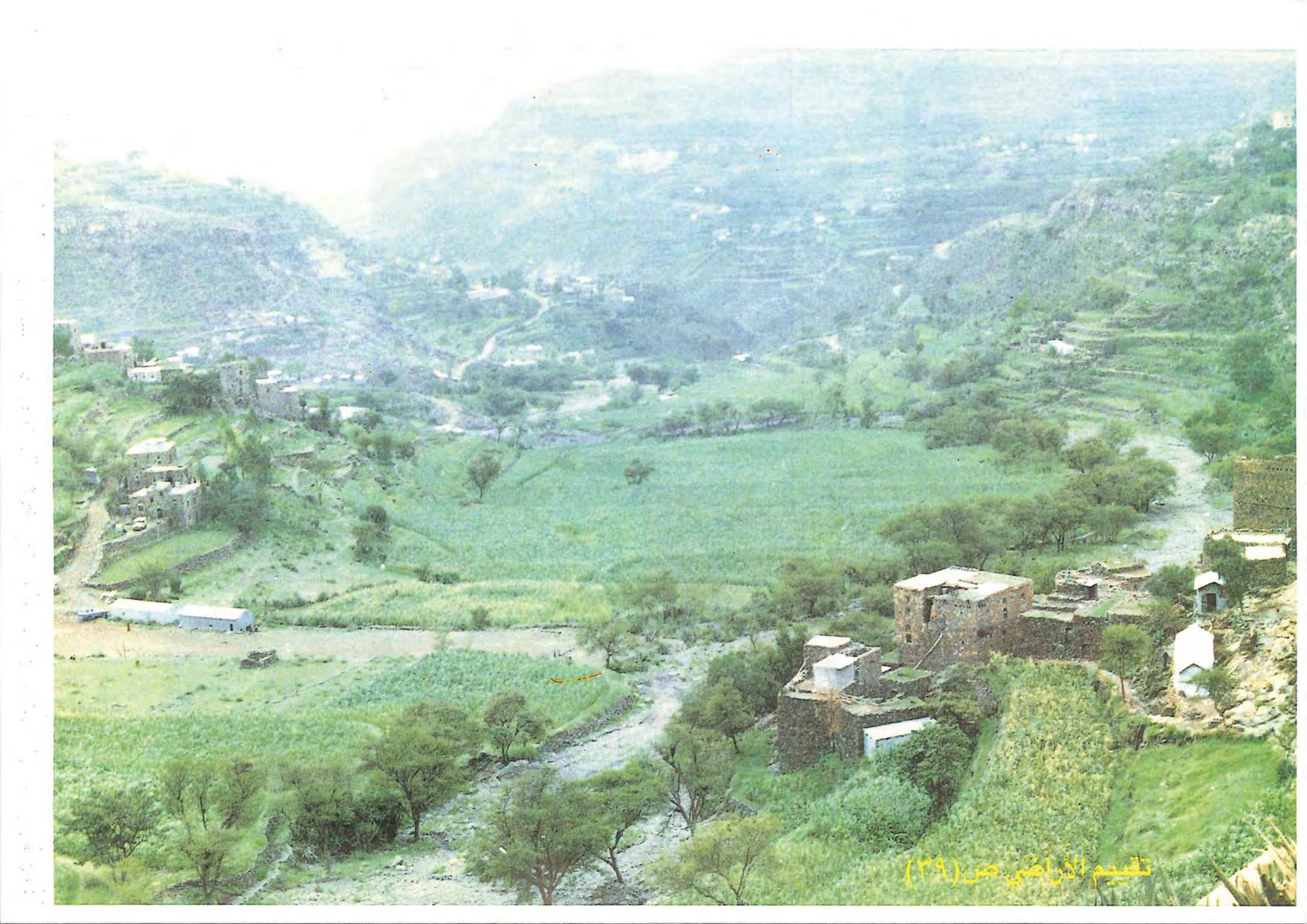
● **الأخ / شريف محمد شريف ـ حفر الباطن**

يسرنـا ياعـزيزي تلبيـة طلبك إلا أنك لم تذكـر لنا ما هـو العدد الـذي بين يديك الآن ليتسـنى لنا إرسال الأعـداد الأربعة السابقة لـه ، نأمل الإفـادة وثق أننـا لن نتـوانى عن تلبية رغبتك بإذن الله . وشكراً لك .


في
العدد المقبل
المناعة






تقييم الأراضي ص(٣٩)